

愛知工業大学大学院経営情報科学研究科

博士論文

IT システム導入を成功に導く
超上流プロセス遂行のガイドライン

A Guideline for Success about Super Upstream Process of Information
Technology (IT) System Implementation

2021 年 3 月

B18804 繁友 良太

指導教員 石井 成美 教授

目次

第1章	序論.....	6
1.1	研究の背景と目的.....	6
1.2	本論文の構成.....	6
1.3	人生100年時代の問題解決能力.....	7
1.4	課題発見力の短期的な向上策.....	10
1.5	情報システム導入の現状.....	10
1.6	考察・結言.....	10
	参考文献（第1章）.....	10
第2章	経営戦略実現のためのIT経営プロセスモデルの有効化.....	11
2.1	背景・目的.....	11
2.2	情報システム導入の現状.....	11
2.3	IT経営プロセスモデル.....	11
2.4	IT経営プロセスモデル実行における問題の抽出.....	12
2.4.1	大別した問題点.....	13
2.5	解決策の提言.....	14
2.6	終わりに.....	16
	参考文献（第2章）.....	16
第3章	経営戦略と開発プロセスを結ぶ超上流プロセス有効化.....	17
3.1	背景・目的.....	17
3.2	システム開発のプロセス.....	17
3.3	超上流プロセスとは.....	18
3.4	情報システム導入の現状.....	19
3.5	先行研究のReviewによる課題抽出.....	20
3.6	問題の原因分析及び解決策の提言.....	20
3.6.1	原因の分析.....	20
3.6.2	解決策の導出.....	21
3.6.3	解決策の詳細.....	22
3.7	考察.....	23
3.8	終わりに.....	23
	参考文献（第3章）.....	24

第4章	超上流プロセス要件定義の品質確保ガイドライン	25
4.1	背景・目的	25
4.2	情報システム導入の現状	25
4.3	問題点及び解決策の提言	25
4.4	要件定義品質確保のガイドライン	25
4.4.1	要件定義の品質確保 Review	25
4.4.2	チェックポイントの先行研究	26
4.4.3	独自の絞り込み手法の提案	31
4.4.4	要件定義品質確保のガイドライン	33
4.5	おわりに	33
	参考文献（第4章）	33
第5章	超上流プロセスに必要な工数確保ガイドラインの考案	34
5.1	背景・目的	34
5.2	情報システム導入の現状	34
5.3	システム開発のプロセス	34
5.4	超上流プロセスとは	35
5.5	情報システム導入における問題点の抽出	35
5.6	解決策の提言の先行研究	36
5.6.1	必要人材の先行研究	36
5.6.2	必要工数の先行研究 Review による課題抽出	39
5.7	本研究の新規性と独自性	39
5.8	必要工数確保のガイドライン	39
5.8.1	ガイドライン導出方法	39
5.8.2	開発に占める要件定義の工数比	40
5.8.3	プロジェクト全体工期と、全体工数の関係	42
5.8.4	概算工数ガイドラインの考案	43
5.9	おわりに	44
	参考文献（第5章）	44
第6章	運用のガイドラインおよびチェックリスト	45
6.1	はじめに	45
6.1.1	背景	45

6.1.2	研究の目的.....	45
6.2	情報システム導入の現状.....	45
6.3	問題点及び解決策の提言.....	45
6.4	運用のチェックリストに関わる先行研究.....	47
6.5	本研究の独自性.....	49
6.6	チェックポイントの絞り込み.....	49
6.7	運用チェックポイントの作成方法.....	51
6.8	施策毎のチェックポイント抽出方法詳細.....	52
6.9	工程毎のチェックポイント抽出方法詳細.....	52
6.10	おわりに.....	52
	参考文献（第6章）.....	53
第7章	IoT経営を実践できる人材育成プログラムの考察.....	54
7.1	背景・目的.....	54
7.2	IoT付加価値創造プロセスおよびIoT人材.....	54
7.2.1	付加価値.....	54
7.2.2	IoTプロセス定義.....	55
7.2.3	IoT人材タイプ、人材像、スキル標準.....	55
7.3	IoT経営を実現できる人材育成プログラム.....	56
7.3.1	IoT付加価値創造マップ.....	56
7.3.2	人材育成到達目標.....	57
7.4	教育用IoT付加価値創造マップの活用.....	57
7.5	おわりに.....	62
	参考文献（第7章）.....	62
第8章	人材育成プログラムの試行による検証.....	63
8.1	背景・目的.....	63
8.2	情報システム導入の現状.....	63
8.3	問題点及び解決策の提言と先行研究.....	63
8.3.1	必要人材のガイドライン.....	64
8.3.2	人材育成プログラム.....	64
8.3.3	付加価値創造マップ.....	65
8.4	本研究の新規性及び独自性.....	65

8.4.1	先行研究の課題.....	65
8.4.2	先行研究の課題の解決及び独自の改良点.....	66
8.5	必要人材及び人材育成プログラムの試行.....	68
8.5.1	人材育成プログラムの試行方法.....	68
8.6	人材育成プログラム試行結果.....	72
8.7	人材育成プログラム試行での有効性検証と考察.....	74
8.8	おわりに.....	74
	参考文献（第8章）	74
第9章	結論.....	76
9.1	背景・目的	76
9.2	ITシステム導入における問題点と解決策.....	76
9.3	超上流プロセス要件定義の品質確保ガイドライン	76
9.4	超上流プロセスに必要な工数ガイドライン	76
9.5	運用のガイドラインおよびチェックリスト.....	76
9.6	人材育成プログラムの改良及び検証	76
9.7	おわりに.....	76

第1章 序論

1.1 研究の背景と目的

人生100年時代と言われる昨今、AI活用も含めたIoT（Internet of Things）、ICT（Information and Communication Technology）活用の重要性が増している。ビジネスにおいてはビッグデータ活用による新規ビジネス、企業内の生産性の改善に大きな需要があり、情報システム企画の重要性は更に増している。

IT活用の目的の大きな一つは、問題解決で有ると考える。経済産業省によると「人生100年時代」に求められるスキルとして「社会人基礎力」が挙げられており3つの能力・12の能力要素が定義されている

[1]。問題解決には、「前に踏み出す力」「考え抜く力」「チームで働く力」どの能力要素も重要である。なかでも「考え抜く力」の能力に分類された「課題発見力」は、情報システム企画の成否に影響する大きな要素と考える。

情報システム企画導入に際した課題発見力には、「業務／製品の知識」「ITの知識」「経営の知識」の高さが重要であると考え。 「業務／製品の知識」は、社会人が日頃の業務を通じて獲得する事ができる。しかし「ITの知識」「経営の知識」は、単に日頃の作業を実行するのみでは、なかなか向上しない場合が多い。また、本業の作業遂行にあたり、短期的に必須にならない場面が多々有る。本来は、「ITの知識」「経営の知識」についても体系的に深く学ぶ事が理想であるが、時間等の制約で学べる範囲が極めて限られる場合が多い。

そこで、短期的により大きな課題発見力に繋げるため、要点を絞ったガイドラインを作成する事により、効果的に「課題発見力」を向上させ、情報システム企画導入の成功率を上げる事ができる。

情報システムの導入は未だに50%程度が失敗とのデータがあり、円滑な導入が進まないケースが多く社会的な課題であると考え。

本研究の目的は、この社会的な課題解決のため、対策及び対策実行のための人材育成プランを、ガイドラインとして提供する事である。

1.2 本論文の構成

本論文の構成を図1-1に示す。

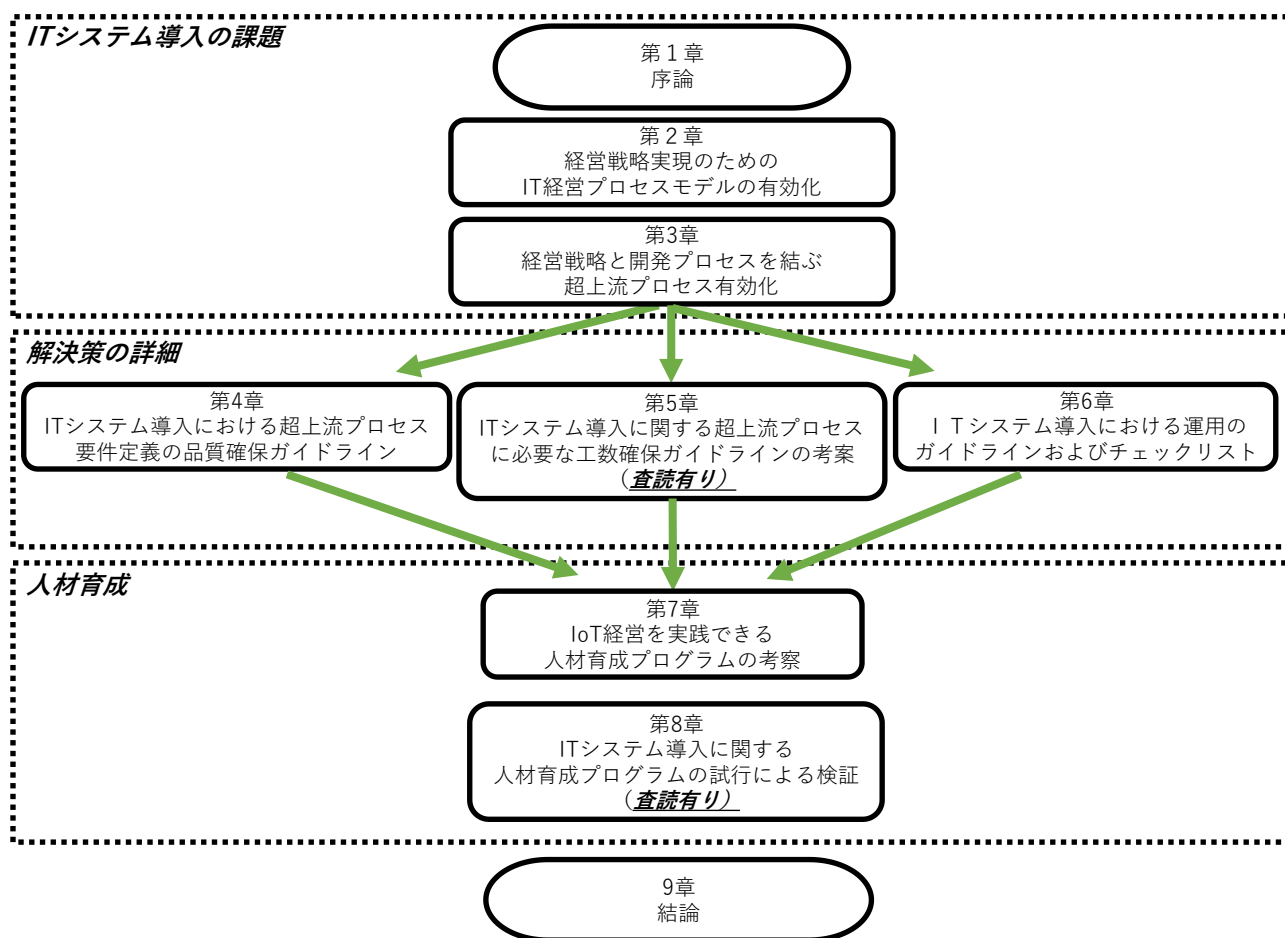


図 1-1 本論文の構成

1.3 人生100年時代の問題解決能力

人生100年時代と言われる昨今，AI活用も含めたIoT（Internet of Things），ICT（Information and Communication Technology）活用の重要性が増している．ビジネスにおいてはビッグデータ活用による新規ビジネス，企業内の生産性の改善に大きな需要が有り，情報システム企画の重要性は更に増している．

IT活用の目的の大きな一つは，問題解決で有ると考える．経済産業省によると「人生100年時代」に求められるスキルとして「社会人基礎力」が挙げられており3つの能力・12の能力要素が定義されている（図1-2）[1]．

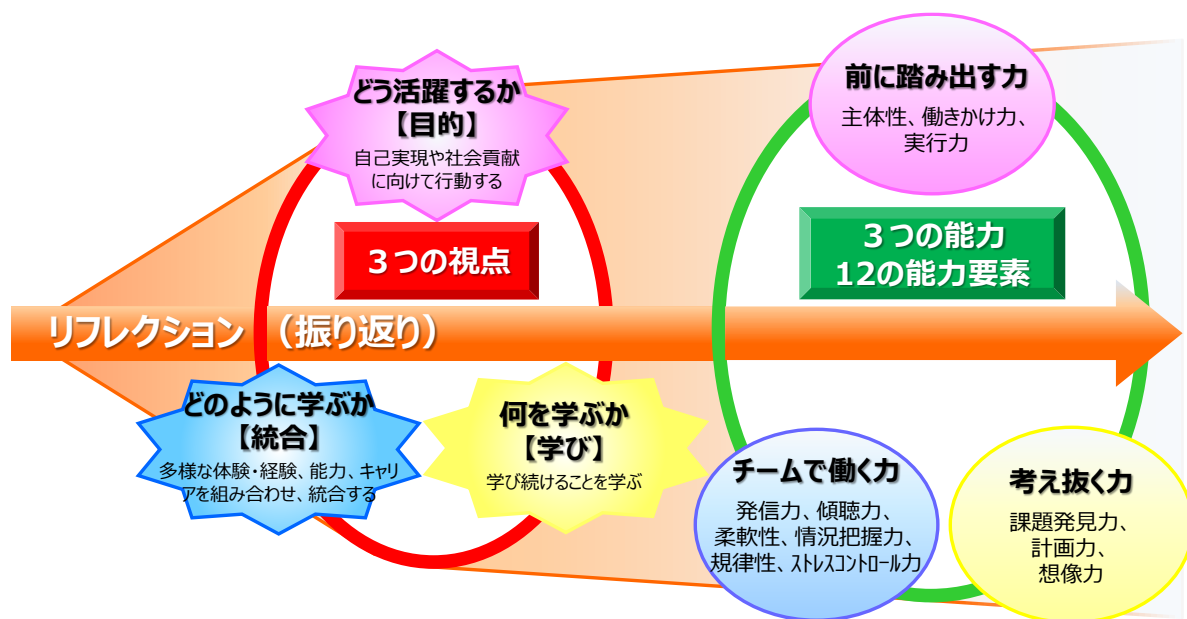


図 1-2 人生 100 年時代の社会人基礎力

出所：経済産業省[1]より

3つの能力は、「前に踏み出す力」「考え抜く力」「チームで働く力」にて構成されている。

「前に踏み出す力」は、3つの能力要素「主体性」、「働きかけ力」、「実行力」を含んでいる。

「考え抜く力」は、「課題発見力」、「計画力」、「創造力」の3つの能力要素により構成されている。

「チームで働く力」は、次の6つの能力要素により構成されている「発信力」、「傾聴力」、「柔軟性」、「状況把握力」、「規律性」、「ストレスコントロール力」（図 1-3）。

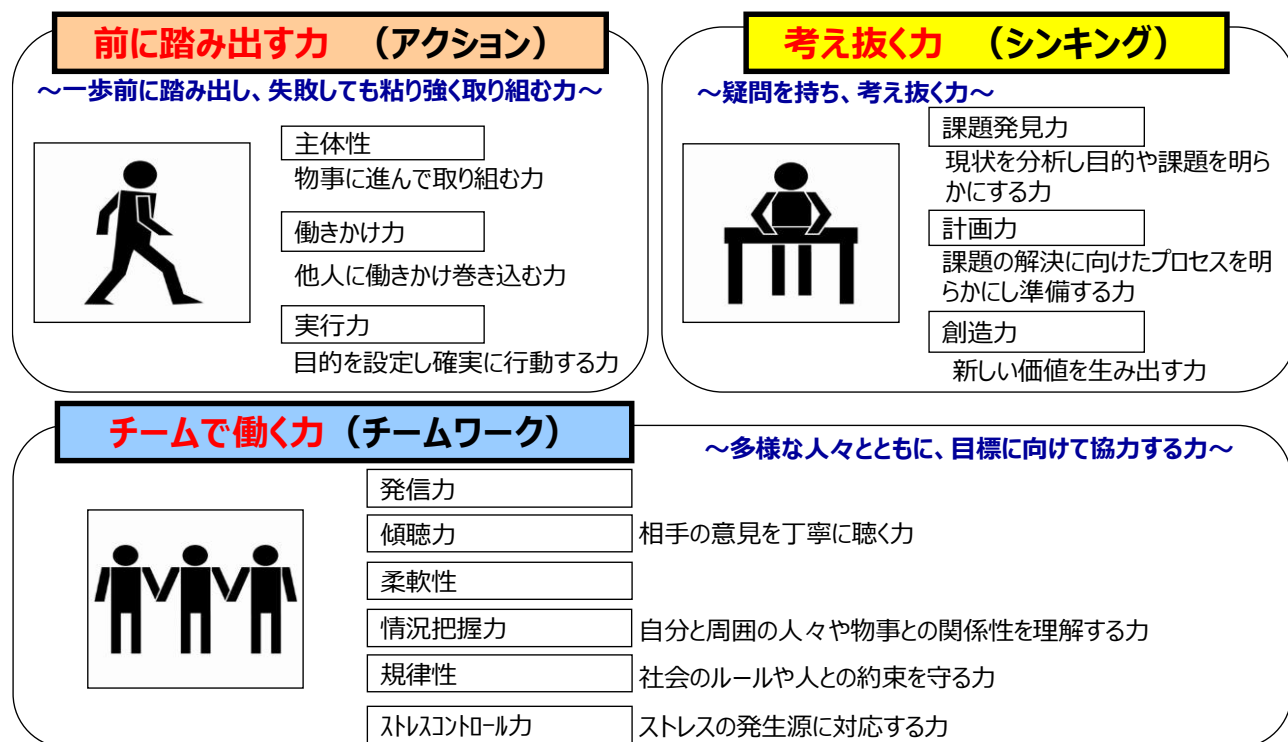


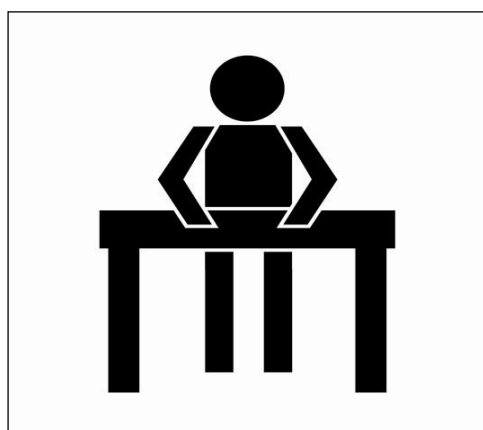
図 1-3 人生 100 年時代の社会人基礎力

出所：経済産業省[1]より

問題解決には、「前に踏み出す力」「考え抜く力」「チームで働く力」どの能力要素も重要である。なかでも「考え抜く力」の能力に分類された「課題発見力」は、情報システム企画の成否に影響する大きな要素と考える（図1-4）。

『考え抜く力（Thinking）』

～疑問を持ち、考え抜く力～



課題発見力

現状を分析し目的や課題を明らかにする力

計画力

課題の解決に向けたプロセスを明らかにし準備する力

創造力

新しい価値を生み出す力

図1-4 考え抜く力

出所：経済産業省[1]より筆者加筆

情報システム企画導入に際しても、課題発見力は重要と考える。より大きな効果をあげる事に繋がる課題発見力には、「業務／製品の知識」「ITの知識」「経営の知識」の高さが重要であると考え。各要素に対する体系的な学習及び経験を積む事により、それぞれのスキルが上がり、結果として課題発見力の幅も広がっていくと考える（図1-5）。

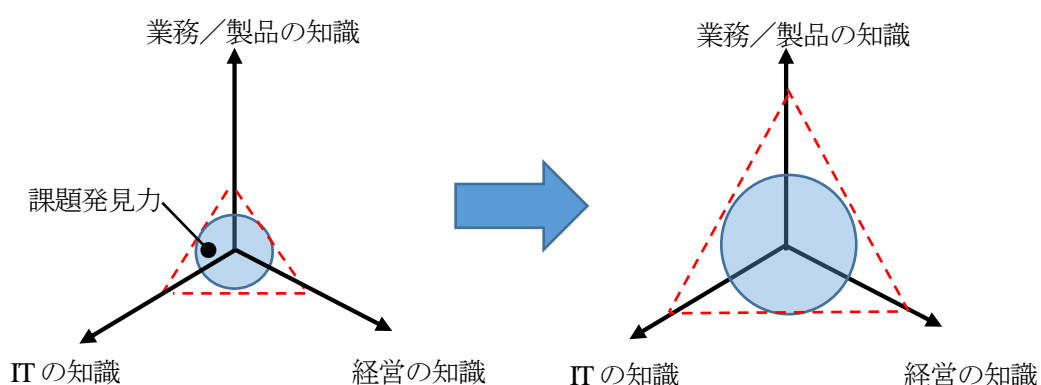


図1-5 課題発見力

出所：筆者作成

1.4 課題発見力の短期的な向上策

「業務／製品の知識」は、社会人が日頃の業務を通じて獲得する事ができる。しかし「ITの知識」「経営の知識」は、単に日頃の作業を実行するのみでは、なかなか向上しない場合が多い。

また、これら「ITの知識」「経営の知識」は、本業の作業遂行にあたり短期的に必須にならない場面が多々有る。本来は、「ITの知識」「経営の知識」についても体系的に深く学ぶ事が理想と考える。

体系的に深く学ぶには、専門家の指導を受けながら、時間と労力を費やして身に着ける事が効果的と考える。しかしながら時間等の制約が有り、学ぶ事ができる範囲が極めて限られる場合が多い。

そこで、短期的により大きな課題発見力に繋げるため、要点を絞ったガイドラインを作成する事により、「ITの知識」「経営の知識」を補完し、効果的に「課題発見力」を向上させ、情報システム企画導入の成功率を上げる事ができると考える。

1.5 情報システム導入の現状

日経コンピュータ 2018[2]の調査によると、プロジェクトマネジメントの進んだ近年においても、情報システム導入／刷新プロジェクトの47.2%が失敗との調査結果が示されている。

これは、2008年の調査時[3]の68.9%の失敗よりも改善されているものの、成功率は依然高い水準とは言えず、円滑な導入が進まないケースが多い現状であることを示している。図1-6は、2008年及び2018年のプロジェクトの成功率調査結果を記したものである。

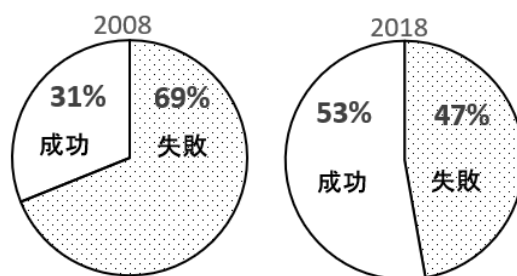


図1-6 プロジェクトの成功率

出所：日経コンピュータ[2][3]より筆者が作成

1.6 考察・結言

情報システムの導入は未だに50%程度が失敗とのデータがあり、円滑な導入が進まないケースが多く社会的な課題であると考ええる。

短期的により大きな課題発見力に繋げるため、要点を絞ったガイドラインを作成する事により、「ITの知識」「経営の知識」を補完し、効果的に「課題発見力」を向上させ、情報システム企画導入の成功率を上げる事ができると考える。本研究の目的は、この社会的な課題解決のため、対策及び対策実行のための人材育成プランを、ガイドラインとして提供する事である。

参考文献（第1章）

- [1] 経済産業省「社会人基礎力」，<https://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/>
- [2] 西村崇，斉藤壮司，田中淳：「半数が失敗」，日経コンピュータ 2018.3.1，pp.26-47（2018）
- [3] 「成功率は31.1%」，日経コンピュータ 2008.12.1，pp.38-53（2008）。

第2章 経営戦略実現のための IT 経営プロセスモデルの有効化

2.1 背景・目的

昨今 IoT (Internet of Things) , ICT (Information and Communication Technology) 活用の重要性が増している。ビジネスにおいてはビッグデータ活用による新規ビジネス、企業内の生産性の改善に大きな需要があり、情報システム企画の重要性は更に増している。

本研究の目的は、システム導入／刷新プロジェクトの現状を調査した上で、経営戦略を実現させる「IT 経営プロセスモデル」が有効に機能していない問題の原因を抽出し、これら問題点を大別した上で、それぞれの問題点に対する解決策を提言することである。

2.2 情報システム導入の現状

日経コンピュータ 2018[4]の調査によると、プロジェクトマネジメントの進んだ近年においても、情報システム導入／刷新プロジェクトの 47.2%が失敗との調査結果が示されている。

これは、2008 年の調査時[5]の 68.9%の失敗よりも改善されているものの、成功率は依然高い水準とは言えず、円滑な導入が進まないケースが多い現状であることを示している。

2.3 IT 経営プロセスモデル

経営戦略からの情報システムの評価までの一連のプロセスは、IT コーディネータ協会の IT 経営プロセスモデル[1]によると IT 経営実現プロセス中の「経営戦略」から IT 経営共通プロセス中の「モニタリング」までの一連にて定義されている。(図 2-1)

しかし、未だに約 50%のプロジェクトが失敗している事[4]からも、うまく機能していない現状が有る。原因として、経営戦略（超上流プロセス部）とモニタリングの連携が弱いと言う課題が有ると考える。

モニタリング部は各ユーザでの実施が一般的かつ IT コーディネータがコンサルタントとして入り込みにくいため、両者間の結合が弱くなる事が予測できる。図 2-1 に両者間の関連を記す。

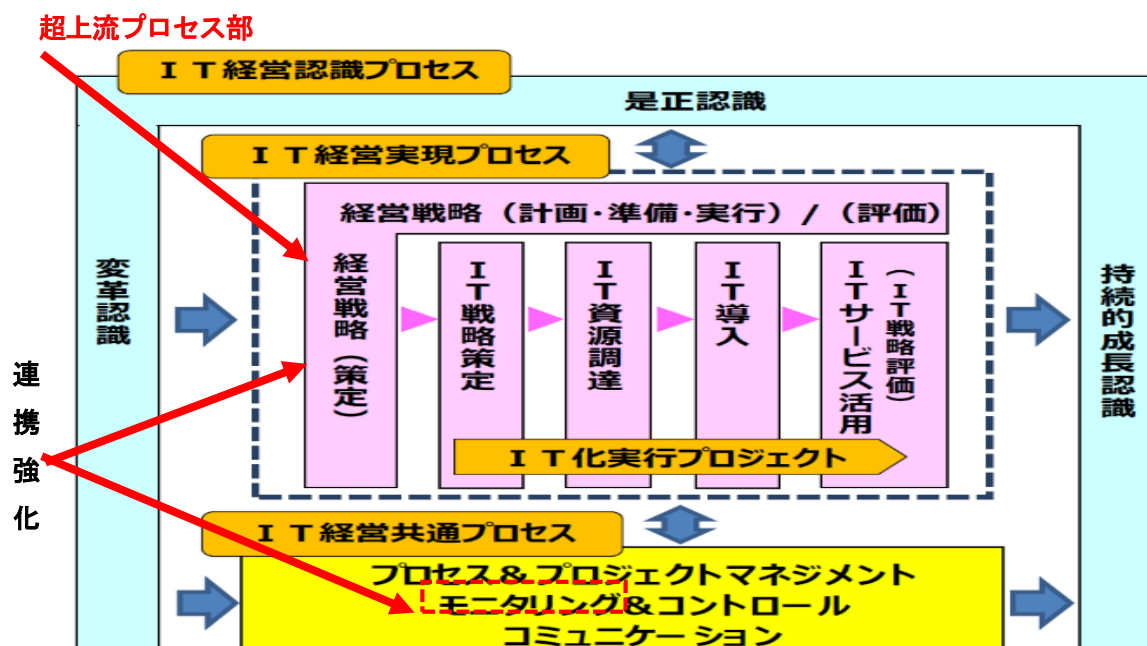


図 2-1 IT 経営プロセスモデル

出所：IT コーディネータプロセスガイドライン[1]より筆者加筆

2.4 IT 経営プロセスモデル実行における問題の抽出

IT 経営プロセスモデル実行における問題点抽出のため、日経コンピュータ[4]で挙げられた問題プロジェクトの原因（表 2-1）より、3つの問題に大別した。

表 2-1 問題プロジェクトの原因

①	要件定義が不十分	35.2%
①	システムの企画が不十分・適切でなかった	31.8%
②	テストが不十分だったり、移行作業に問題があったりした	22.7%
③	エンドユーザーへの教育が不十分	20.5%
①	システムの設計が不正確	19.3%
②	システムの開発作業の質が悪かった	18.2%
①	運用計画が現実の利用形態に沿ってなかった	18.2%
②	開発体制が不十分	14.8%
-	ベンダー選定が不十分	12.5%

出所：日経コンピュータ[4]より筆者が作成

表 2-1 に記載の①～③は、筆者が大別した以下の①～③と対応する。

- ①要件が適切に設定されない
- ②必要な人材と工数が確保されない
- ③運用が適切にされない（利用者）

2.4.1 大別した問題点

大別した問題点の概要は、以下である。

(1) 要件が適切に設定されない

「①要件が適切に設定されない」については、主に超上流工程[6]（図2-2、表2-2参照）である「要件定義」にて要件が適切に設定されないがために生じた問題と考え、大別した。対応する問題プロジェクトの原因は、「要件定義が不十分」、「システムの企画が不十分・適切でなかった」、「システムの設計が不正確」、「運用計画が現実の利用形態に沿っていなかった」である。

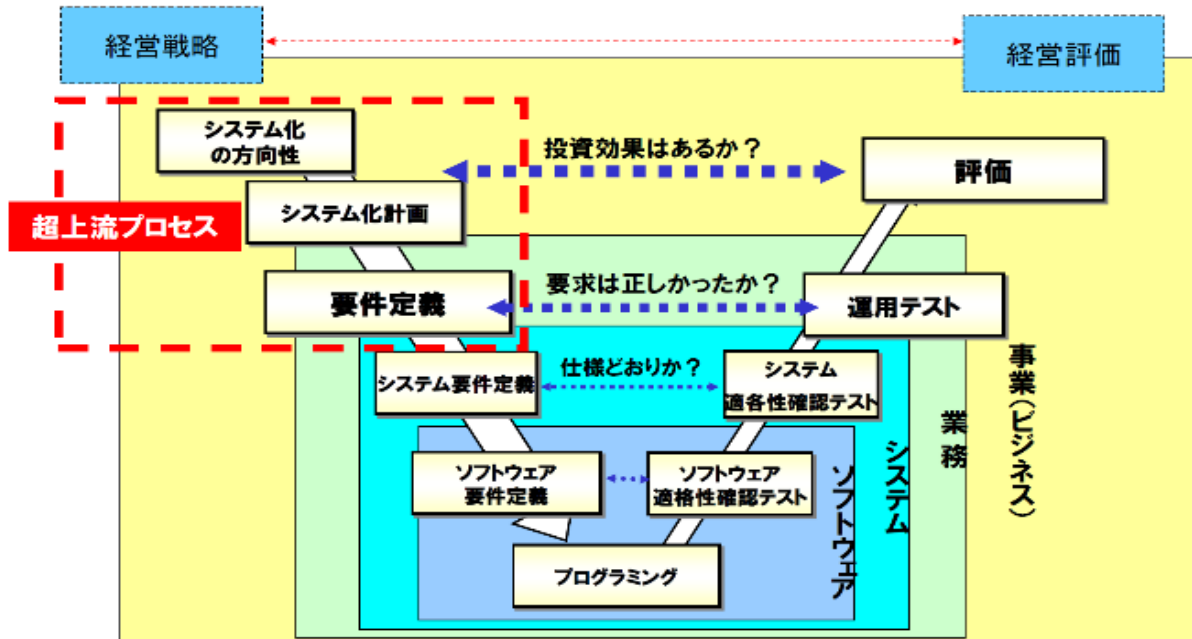


図2-2 システム導入プロセス

出所：共通フレーム[6]より

表 2-2 システム開発のプロセス

プロセス名		概要
企画プロセス		システム化の構想の立案，システム化計画の立案など
要件定義プロセス		要件の識別，要件の評価，要件の合意等を経て要件定義書を作成する．
開発プロセス	システム要件定義	システム要件の定義，システム要件の評価等を経てシステム要件定義書を作成する．
	システム方式設計	システム最上位レベルの方式を確立しシステム方式の評価を経てシステム方式設計書を作成する．
	ソフトウェア要件定義	ソフトウェア要件の確率，ソフトウェア要件の評価を経てソフトウェア要件定義書を作成する．
	ソフトウェア方式設計	ソフトウェア構造のコンポーネント，各インターフェースの方式設計を経てソフトウェア方式設計書を作成する．
	ソフトウェア詳細設計	ソフトウェアコンポーネントの詳細設計，ソフトウェアインターフェースの詳細設計等を経てソフトウェア詳細設計書を作成する．
	ソフトウェア構築	ソフトウェアユニットとデータベースの作成，テスト手順とテストデータの作成及びテストを実施する．
	ソフトウェア結合	ソフトウェア結合計画を作成し，ソフトウェア結合テストを実施する．
	ソフトウェア適格性確認テスト	ソフトウェア適合性確認テストを実施し，評価する．
	システム結合	システム結合計画を作成し，システム結合テストを実施する．
	システム適格性確認テスト	システム適格性確認テストを実施し，評価する．
運用プロセス		システム運用の事前調整，作業手順確率，運用テスト実施，利用者教育などを実施し，投資対効果及び業務効果を評価する．
保守プロセス		システムの問題を分析，修正し保守管理する．

出所：共通フレーム 2013 概説[6]より著者が作成[3]

(2) 必要な人材と工数が確保されない

「②必要な人材と工数が確保されない」については，プロジェクト中に必要なリソースが確保されなかったために生じた問題と考え，大別した．対応する問題プロジェクトの原因は，「テストが不十分だったり，移行作業に問題があったりした」，「システムの開発作業の質が悪かった」，「開発体制が不十分」である．

(3) 運用が適切にされない（利用者）

「③運用が適切にされない（利用者）」については，システム運用時に生じた問題と考え，大別した．対応する問題プロジェクトの原因は，「エンドユーザへの教育が不十分」である．なお，「運用計画が現実の利用形態に沿っていなかった」は，一見すると運用時の問題のようにも見られるが，現実の利用形態に対してどのようなシステムにするかの検討は，計画段階や要件定義時に実施すべきと考えるため「①要件が適切に設定されない」へ大別した．

2.5 解決策の提言

抽出した3つの問題に対する解決策の提言を表 2-3 に示す．

表 2-3 大別した問題点と解決策

	大別した問題	解決策
①	要件が適切に設定されない	要件定義品質確保のチェックポイント活用
②	必要な人材と工数が確保されない	必要人材及び工数確保のガイドライン制定
③	運用が適切にされない（利用者）	運用状況チェックポイント活用，組織体制

それぞれの解決策の概要を以下に記す。

①要件定義品質確保のチェックポイント活用

要件が適切に設定されない原因として、要件定義の品質確保 **Review** を中規模以下に徹底できていないと考える。独立行政法人[2]によると、小規模のシステム化に対して要件定義前の方針稟議を想定しておらず、小規模システムでは行っていない。ただし小規模システムとは言え、方針稟議は重要と考える。そこで大規模なものから簡素化した要件定義品質確保のチェックポイントを制定し、品質確保 **Review** として方針稟議に活用する。要件定義の品質確保 **Review** は、要件定義工程に入る前と、要件定義後にそれぞれ実施する事が重要と考える(図 2-3)。

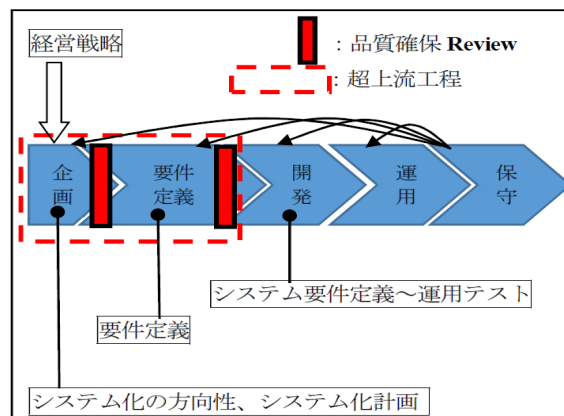


図 2-3 ソフトウェアライフサイクルプロセス

出所：共通フレーム 2013 概説[6]より著者が作成

②必要人材及び工数確保のガイドライン制定

要件定義実施時には、業務要件定義から IT システム要件定義へ適切に落とし込む事が重要である。図 2-4 は、要件定義における要件定義内容と役割（ロール）を示したもの[2]である。経営戦略から業務要件に落とし込む事を考えた時、その繋がり可視化及び俯瞰的な把握が重要と考える[3]が、問題プロジェクトの原因（表 1）を見ると、うまくできていないと考える。原因の一つとして、経営戦略（事業要件定義）－業務要件定義－システム要件定義間の結合が弱いと考える。図 2-4 には、結合が弱いと考える具体箇所を「 \leftrightarrow 」にて加筆明示した。人材像の理解不足により、適切な人材（経営層－ベンダ間の通訳ができる人物等）が確保されていれば、この問題は解消できると考える。そこで人材像の理解不足の対策として、人材像のガイドラインを制定し活用する。

必要工数確保については、必要な工数の理解不足により、片手間対応等により必要なリソースが確保できない問題の対策として、必要工数確保のガイドラインを制定し活用する。

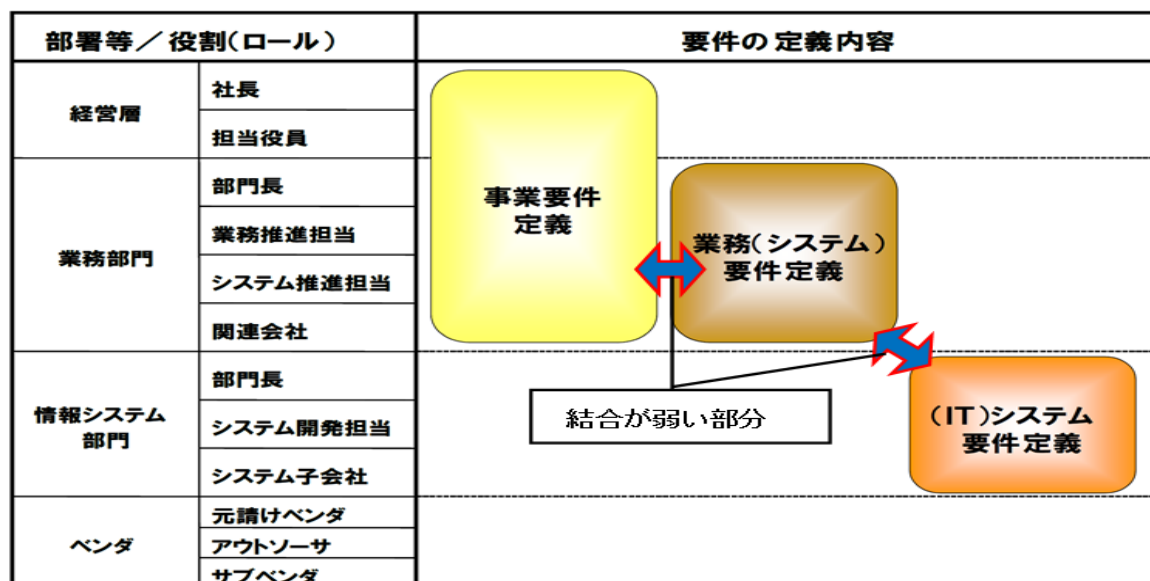


図 2-4 利害関係者の役割と責任分担

出所：[2]より筆者が加筆

③運用状況チェックポイント活用，組織体制

現場での運用に際して適切な教育や監視が行き届いておらず、運用されない問題の対策として、運用状況チェックポイントを制定し活用する。また、超上流工程担当者が参画する組織体制の策定により「経営戦略」と「モニタリング」間の連携を強化する（図 2-1）。

2.6 おわりに

上記の解決策については、有識者の会合にて筆者が発表し、一定の理解を得ている。今後それぞれの解決策に対して、具体的な対策有効性を研究し、報告したい。

参考文献（第 2 章）

- [1] 『IT コーディネータ(ITC)プロセスガイドライン Ver.2』，IT コーディネータ協会（2014）。
- [2] 『経営者が参画する要求品質の確保』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2006）。
- [3] 繁友良太，福澤和久，石井成美：「経営戦略と開発プロセスを結ぶ超上流プロセス有効化への一考察」，日本経営システム学会誌 Vol. 36, No.2, pp. 167-172（2019）。
- [4] 西村崇，斉藤壮司，田中淳：「半数が失敗」日経コンピュータ 2018.3.1，pp.26-47（2018）。
- [5] 「成功率は 31.1%」日経コンピュータ 2008.12.1，pp.38-53（2008）。
- [6] 室谷隆：『共通フレーム 2013 の概説』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2013）。

第3章 経営戦略と開発プロセスを結ぶ超上流プロセス有効化

3.1 背景・目的

昨今 IoT (Internet of Things) , ICT (Information and Communication Technology) 活用のための情報システム企画の重要性が増している。ビジネスにおいてはビッグデータ活用による新規ビジネス, 企業内の生産性の改善に大きな需要があり, 情報システム企画の重要性は更に増している。しかしながら情報システムの導入は, 未だに約 50%が失敗[1]とのデータがあり, 円滑な導入が進まないケースが多い現状である。経営戦略と開発プロセスを結ぶ超上流プロセスの遂行が重要であるにも関わらず有効に機能していない問題に対し, 解決策が示されていない。

本研究の目的は, 超上流プロセスが有効に機能するための解決策/取り組みを, 情報システム導入の現状及び先行研究の Review から問題/課題を抽出し, 原因を分析/分類したうえで解決策の詳細を示すことで, 超上流プロセスが確実に機能して遂行される状態(超上流プロセスの有効化)を提言することである。

3.2 システム開発のプロセス

SLCP (Software Life Cycle Process) [2]では, システム開発のプロセスを「企画プロセス」「要件定義プロセス」「開発プロセス」「運用プロセス」「保守プロセス」のプロセスに分けており, 図 3-1 のように実施される。「開発プロセス」は, 表 3-1 システム開発のプロセスに示すように細かく分割されている。

このうち, 「企画プロセス」「要件定義プロセス」は共通フレーム[2]によると「超上流プロセス」と定義されている。

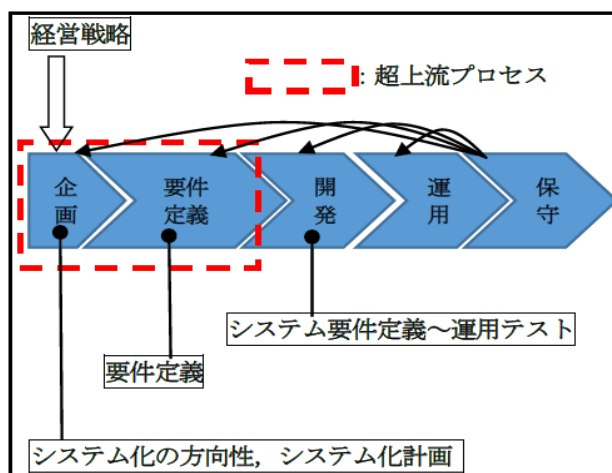


図 3-1 ソフトウェアライフサイクルプロセス
出所：共通フレーム 2013 概説[2]より著者が作成

表 3-1 システム開発のプロセス

プロセス名		概要
企画プロセス		システム化の方向性，システム化計画の立案など
要件定義プロセス		要件定義である「要件の識別，要件の評価，要件の合意等」を経て要件定義書を作成する。
開発プロセス	システム要件定義	システム要件の定義，システム要件の評価等を経てシステム要件定義書を作成する。
	システム方式設計	システム最上位レベルの方式を確立しシステム方式の評価を経てシステム方式設計書を作成する。
	ソフトウェア要件定義	ソフトウェア要件の確率，ソフトウェア要件の評価を経てソフトウェア要件定義書を作成する。
	ソフトウェア方式設計	ソフトウェア構造のコンポーネント，各インターフェースの方式設計を経てソフトウェア方式設計書を作成する。
	ソフトウェア詳細設計	ソフトウェアコンポーネントの詳細設計，ソフトウェアインターフェースの詳細設計等を経てソフトウェア詳細設計書を作成する。
	ソフトウェア構築	ソフトウェアユニットとデータベースの作成，テスト手順とテストデータの作成及びテストを実施する。
	ソフトウェア結合	ソフトウェア結合計画を作成し，ソフトウェア結合テストを実施する。
	ソフトウェア適格性確認テスト	ソフトウェア適合性確認テストを実施し，評価する。
	システム結合	システム結合計画を作成し，システム結合テストを実施する。
	システム適格性確認テスト	システム適格性確認テストを実施し，評価する。
運用プロセス		システム運用の事前調整，作業手順確率，運用テスト実施，利用者教育などを実施し，投資対効果及び業務効果を評価する。
保守プロセス		システムの問題を分析，修正し保守管理する。

出所：共通フレーム 2013 概説[2]より著者が作成

3.3 超上流プロセスとは

経営戦略と開発プロセスを結ぶには，超上流プロセスを確実に遂行し有効に機能させる事が重要である。超上流プロセスの企画プロセスはシステム化の方向性及びシステム化計画，要件定義プロセスは要件定義により構成され，次の様に定義されている[3]。

システム化の方向性では，経営の方針や事業部門からの業務上のニーズあるいはシステムの課題などの要求により始まり，利害関係の異なるステークホルダー間で互いの共通認識を合わせてシステム化の方向性をまとめあげる。

システム化計画は，システム作りの基本であり，前の工程で確認したシステム化の方向性を具体的にするための要求分析を実施し，これを達成するための体制，スケジュールにめどをつける計画書を作成し，経営方針稟議の承認を得る。

要件定義では，業務改革やシステム改善の要求の結果を分析し，事業要件，業務要件，システム要件，非機能要件として定義することで，実現方法や機能を要件として明確にする。要件定義書は，システムの実現性を担保する設計書である。

3.4 情報システム導入の現状

日経コンピュータ 2018[1]の調査によると、プロジェクトマネジメントの進んだ近年においても、情報システム導入／刷新プロジェクトの47.2%が失敗との調査結果が示されている。これは、2008年の調査時[4]の68.9%の失敗よりも改善されているものの、成功率は依然高い水準とは言えず、円滑な導入が進まないケースが多い現状を示している。

情報システム導入／刷新プロジェクトの失敗原因として、日経コンピュータ[1]にて問題プロジェクトの原因が挙げられている（図3-2）。

問題プロジェクトの原因（複数回答）	該当率（n=88）
要件定義が不十分	35.2%
システムの企画が不十分・適切でなかった	31.8%
テストが不十分だったり、移行作業に問題があったりした	22.7%
エンドユーザーへの教育が不十分	20.5%
システムの設計が不正確	19.3%
システムの開発作業の質が悪かった	18.2%
運用計画が現実の利用形態に沿ってなかった	18.2%
開発体制が不十分	14.8%
ベンダー選定が不十分	12.5%

図3-2 問題プロジェクトの原因

出所：日経コンピュータ[1]より筆者が作成

これらの問題プロジェクトの原因のうち、上位を占めているのが「要件定義が不十分」「システムの企画が不十分・適切でなかった」の2件で、いずれも要件定義に関連する、超上流プロセス（図3-1）での問題点である。

3.5 先行研究の Review による課題抽出

先行研究の Review により、課題の抽出を試みた。2006 年の独立行政法人情報処理推進機構(IPA)からの調査報告によると、超上流プロセスである「企画プロセス」と「要件定義プロセス」が特に重要で有る事が提言されている [3]。また、2013 年の報告においても超上流プロセスが重要で有る事が言われており、かつ前回の調査報告と比べて新たに登場した課題もなく、「何も変わっていなかった」「基本的な課題が厳然としている」と述べている[5]。

同調査報告の付録 1「超上流工程における課題と解決策一覧」より、「事業戦略・事業計画」のフェーズにおける「事業戦略・事業計画とシステム化計画の乖離」のカテゴリは、問題／課題が 13 件報告されているが、このうち 7 件は解決策が示されていない。解決策が示されていない課題を、表 2 に示す。

2013 年以降においても IPA からの追加の調査報告は無く、解決策を示したものは見つからない。

表 3-2 解決策が示されていない課題一覧

No	問題/課題
(1)	中期目標は存在するが、BSC のような全体方向性や数年後の具体的な組織ビジョンが明確になっていないため、システム化という視点で組織全体の優先度や投資計画の共有が行われず、費用対効果の観点から実施すべきでない案件も計画の土俵に乗ってしまう、といった問題が発生している。
(2)	事業戦略と IT 戦略が対応していない。
(3)	経営戦略、事業戦略や事業計画が各論に落とし切れていない（曖昧な部分、いい加減な部分がある）、また具体的でないため、結果的に、経営戦略等を具体的・段階的・論理的に達成できることが明確にわかる形でシステム全体計画を策定できない。
(4)	システム全体計画が、経営戦略等を実現するためのソリューション（すなわち、経営戦略等を具体的にブレイクダウンしたもの）でなく、各現場の開発計画を集約した形で策定されていること（すなわち、各開発案の積上げの結果として策定されている）。
(5)	事業戦略や計画に沿ったシステム化かどうか十分に議論されていないか意志決定されていない。
(6)	事業戦略から、領域ごとの活動計画に落とすところの担当と状況があいまいなために、案件の優先順位を決定することができない。 そのため、個別最適で進んでしまう状況にある。
(7)	システム化効果の妥当性検証ができていない。

出所：超上流工程における課題と解決策一覧[5]から筆者が抜粋

3.6 問題の原因分析及び解決策の提言

3.6.1 原因の分析

表 3-2 に抜粋した問題／課題は、経営戦略と開発プロセスを結ぶ「超上流プロセス」を有効に機能させるための課題であり、図 3-2 で示した問題プロジェクトの原因の上位 2 件「システムの企画が不十分・適切でなかった」、「要件定義が不十分」に通ずる。

図 3-2 上位の原因を分析すると「システムの企画が不十分・適切でなかった」については、経営戦略から業務要件定義へ落とし込む際の結合が弱い事が主原因と考え、この事は福澤ら[6]の研究においても、経営戦略と業務プロセス及び業務フローの有機的結合の重要性を論じている。「要件定義が不十分」については、前記に加えて業務要件定義と IT システム要件定義間の結合が弱い事が原因と考える（図 3-3）。図 3-3 は、要件定義における要件定義内容と役割（ロール）を示したもの[3]に、結合が弱い具体箇所を「⇔」にて加筆

明示したものである。経営戦略から業務要件に落とし込む事を考えた時、その繋がり可視化及び俯瞰的な把握が重要と考えるが、できていない。

図3-2に示した問題プロジェクトの原因[1]を分類したところ、以下3つに大別できると考える。

- ①要件が適切に設定されない
- ②必要な人材と工数が確保されない
- ③運用が適切にされない（利用者）

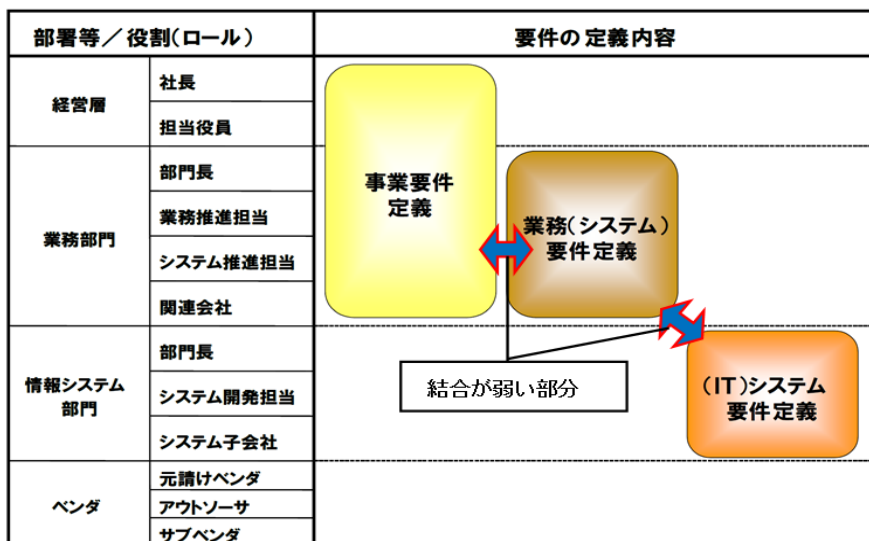


図3-3 利害関係者の役割と責任分担

出所：[3]より筆者が加筆

3.6.2 解決策の導出

解決策が示されていない問題／課題（表3-2）の解決策を提言する事が本研究の新規性である。

問題解決には、この結合が弱い部分（図3-3）を補うための品質確保及び人材確保が、重要と考える。

具体的には、ユーザ企業にて「経営層からの事業要件」と「業務要件」とを繋ぐ橋渡し（通訳）ができる人材を配置し、かつ要件定義の品質確保に対して十分な工数を確保する事である。同様に、「業務要件定義」から「ITシステム要件定義」に落とし込む時も、ITベンダを繋ぐ橋渡し（通訳）ができる人材を配置し、かつ要件定義の品質確保に対して十分な工数の確保が必要である。

この大別した問題に対して、筆者らは先行研究にて、解決策として以下3点を提言している。[7]

- ①要件定義品質確保のチェックポイント活用
- ②必要人材及び工数確保のガイドライン制定
- ③運用状況チェックポイント活用、組織体制

上記①～③に加えて、福澤ら[6]が経営戦略と業務要件及びシステム要件の有機的結合を可視化する手法として提案している付加価値創造マップ（表3-3）の活用が有効と考え、4点目の解決策として加える。

表 3-3 付加価値創造マップ

MOT	付加価値創造の3要素	付加価値創造	IoTによる価値創造		商品企画プロセス								
					要求-仕様の定義	自社・他社比較	製品バリエーション定義	モジュール定義	制約条件定義	設計BOM展開	受注仕様入力	受注BOM作成	
価値創造	技術・商品価値創造	顧客ニーズへの合致	収集	保守サービス連携	○								
			分析	保守サービス	○							○	
				保守診断コスト分析	○								○
			制御	保守サービス	○								
				保守診断コスト分析	○								
			保守サービス連携	○		○							
		革新的な機能	収集	設備稼働情報			○						
				故障障害監視			○						
				オペレーター監視			○						
				保守サービス	○		○						
				稼働分析			○						
			分析	保守診断コスト	○								
				稼働分析			○						
				故障診断			○						
				オペレータースキル分析			○						
			制御	保守サービス	○								
			保守診断コスト	○									
			稼働分析										
			故障解析										
			オペレータースキル分析										
	価値創造プロセス	品質	収集	故障障害監視	○								
			分析	設備稼働情報稼働分析	○								
			分析	故障分析	○								
			制御	稼働分析	○								
			制御	故障解析	○								
		コスト	収集	稼働分析									
			分析	稼働分析									
スピード	制御	保守サービス連携											
	収集	稼働分析											
	分析	稼働分析											
	制御	保守サービス連携											
	制御	保守サービス連携											
価値獲得	事業価値創造	差別化独自性	収集	保守サービス連携	○		○	○					
			分析	保守サービス	○		○	○					
				保守診断コスト	○			○					
			制御	保守サービス	○		○	○					
				保守診断コスト	○		○	○					
		儲けのしくみ		故障障害監視	○								
			収集	保守サービス連携		○							
				設備稼働情報		○						○	
				オペレーター監視								○	
				故障解析	○								
			分析	保守サービス		○							
				保守診断コスト		○							
				稼働分析		○						○	
				オペレータースキル分析								○	
			制御	故障解析	○								
		保守サービス			○								
		保守診断コスト分析			○								
稼働分析		○							○				
	オペレータースキル分析								○				

出所：福澤ら[6]より

④付加価値創造マップ活用による要件の明確化

付加価値創造マップとは、経営戦略／事業戦略と業務プロセスの紐づけを見える化するものであり、経営戦略／事業戦略からシステムの要件への落とし込み及び明確化が期待できることから、本論の課題の解決に有効と考える。

付加価値創造マップ活用による要件明確化を、他の解決策と組み合わせる事が、本研究の独自性である。

3.6.3 解決策の詳細

①～④の解決策の詳細を以下に述べる。

①要件定義品質確保のチェックポイント活用

IPA[3]によると、小規模のシステム化に対して要件定義前の方針稟議を想定しておらず、小規模システムでは行っていない。ただし小規模システムとは言え、方針稟議は重要と考える。そこで大規模なものから簡素化した要件定義品質確保のチェックポイントを制定し、方針稟議に活用する。

②必要人材及び工数確保のガイドライン制定

人材像の理解不足により、適切な人材（経営層－ベンダ間の通訳ができる人物等）が確保されない案件に対し、人材像のガイドラインを制定し活用する。

工数については、必要な工数の理解不足により、片手間対応で必要な工数が確保できない件に対し、必要工数確保のガイドラインを制定し活用する。

③運用状況チェックポイント活用、組織体制

現場運用にて運用状況チェックポイントを制定活用する。超上流工程担当者が参画する組織体制の策定により「経営戦略」と「評価」間の連携強化する。

④付加価値創造マップ活用による要件明確化

技術経営における付加価値創造の要素は、「価値創造」と「価値獲得」に大別できる。価値創造は更に「技術・商品価値創造」と「価値創造プロセス」に分けられる。付加価値創造マップは、この要素に対応する付加価値を表の左に洗い出し、ブレイクダウンした各作業との関連を示したものである。この付加価値創造マップを活用して経営戦略／事業戦略を業務プロセス及びシステム化の要件と紐づける。

経営戦略／事業戦略と業務プロセス及びシステム化の要件を紐づけした後に、ここから紐づけられたプロセスに対して要件定義品質確保チェックポイント及び運用状況チェックポイントを活用して、重点的に **Review** を実施し、人材を配置する。これにより、効果的な **Review** が期待でき、超上流工程に起因する問題の解決が期待できる。

解決策と表 3-2 の問題/課題との対応を表 3-4 に示す。

表 3-4 解決が示されていない課題と対応策

No	解決策	解決できる問題/課題						
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
①	要件定義品質確保のチェックポイント活用	レ			レ	レ		レ
②	必要人材及び工数確保のガイドライン制定	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
③	運用状況チェックポイント活用、組織体制							レ
④	付加価値創造マップ活用による要件明確化	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ

3.7 考察

超上流工程の品質を確保するため、品質ガイドラインと、これを実行するための人材及び工数確保により超上流工程プロセスが有効化すると考える。

また、超上流プロセスにて経営戦略／事業戦略からの落とし込みを要件に反映させるためには、価値創造マップの活用が有効である。ただし、価値創造マップの有効活用には、品質ガイドラインと、これを実行するための人材及び工数確保が重要となる。

人材及び工数確保のためには、経営者の参画と理解が前提条件となり、理解を得るための投資対効果を初期段階で示せるガイドライン及び人材育成が重要である。人材育成については、人材育成のガイドライン及び教育体制の整備が重要と考える。

3.8 おわりに

上記の解決策の一部については、経済産業大臣認定の国家資格「IT ストラテジスト試験」合格者の協会の会合にて筆者らが発表し、一定の理解を得ている。また、付加価値創造マップについては、福澤ら[8]が製造業にて実例に基づき活用し、定量的な評価が可能である事を検証した。今後具体的な品質/人材/工数確保其々のガイドライン及び教育体制を整備した上で、対策の更なる有効性を検証し報告したい。

参考文献（第3章）

- [1] 西村崇, 斉藤壮司, 田中淳:「半数が失敗」, 日経コンピュータ 2018.3.1, pp.26-47 (2018)
- [2] 室谷隆:「共通フレーム 2013 の概説」, 独立行政法人情報処理推進機構(IPA) (2013)
- [3] 「経営者が参画する要求品質の確保」, 独立行政法人情報処理推進機構(IPA) (2006)
- [4] 「成功率は 31.1%」, 日経コンピュータ 2008.12.1, pp.38-53 (2008)
- [5] 「高品質のための超上流工程における企業の課題・取組み事例集」, 独立行政法人情報処理推進機構(IPA) (2013)
- [6] 福澤和久, 石井成美:「経営戦略にもとづく IoT と PLM の有機的結合の具現化」, 生産管理学会, 通巻 51 号, pp7-14(2018)
- [7] 繁友良太, 福澤和久, 石井成美:「経営戦略実現のための IT 経営プロセスモデルの有効化」, 日本生産管理学会第 48 回全国大会予稿集, pp.108-109 (2018)
- [8] 福澤和久, 石井成美:「PLM の業務プロセスに着目した技術経営診断手法の提案」, 日本経営診断学会論集 17, pp129-134(2017)

第4章 超上流プロセス要件定義の品質確保ガイドライン

4.1 背景・目的

昨今 IoT (Internet of Things) , ICT (Information and Communication Technology) 活用の重要性が増している。ビッグデータ活用による新規ビジネス、企業内の生産性の改善に大きな需要があり、情報システム企画の重要性は更に増している。しかしながら、情報システムの導入は、未だに 50%程度が失敗とのデータ[1][3]があり、円滑な導入が進まないケースが多い。

筆者らは、その原因の一つとして「要件が適切に設定されない」ことを挙げている[1]。本研究では、この原因に対する課題解決のために、超上流プロセスの要件定義前後における Review に着目した「要件定義の品質確保ガイドライン」を考案する。

4.2 情報システム導入の現状

日経コンピュータ 2018 の調査[3]によると、プロジェクトマネジメントの進んだ近年においても、情報システム導入／刷新プロジェクトの 47.2%が失敗との調査結果が示されている。これは、2008 年の調査時[7]よりも改善されているものの、成功率は依然高い水準とは言えないことを示している[1]。

4.3 問題点及び解決策の提言

筆者らは、問題プロジェクトの原因を 3つの問題に大別し、それぞれ解決策を提言した[1]。

①要件が適切に設定されない

→要件定義品質確保のチェックポイント活用

②必要な人材と工数が確保されない

→必要人材及び工数確保のガイドライン制定

③運用が適切にされない (利用者)

→運用状況チェックポイント活用、組織体制

4.4 要件定義品質確保のガイドライン

前記課題のうち、「①要件が適切に設定されない」課題に対応する「要件定義品質確保のチェックポイント活用」について、要件定義の品質確保 Review とチェックポイントの絞り込みを考察することにより「要件定義品質確保のガイドライン」を提案する。

要件定義とは、業務改革やシステム改善の要求の結果を分析し、事業要件、業務要件、システム要件、非機能要件として定義することで、実現方法や機能を要件として明確にする。要件定義書は、システムの実現性を担保する設計書である。

4.4.1 要件定義の品質確保 Review

要件が適切に設定されない原因として、要件定義の品質確保 Review を中規模以下に徹底できていないことが考えられる。IPA[4]によると、方向性承認は中規模以下のシステム化規模にて実行を定義していない

(図 4-1) 。小規模のシステム化においては実行稟議も定義していない (図 4-1) 。そこで大規模なものから簡素化した要件定義品質確保のチェックポイントを制定し活用する。要件定義の品質確保 Review は、要件定義工程に入る前と、要件定義後にそれぞれ実施する事が重要と考える(図 4-2)。

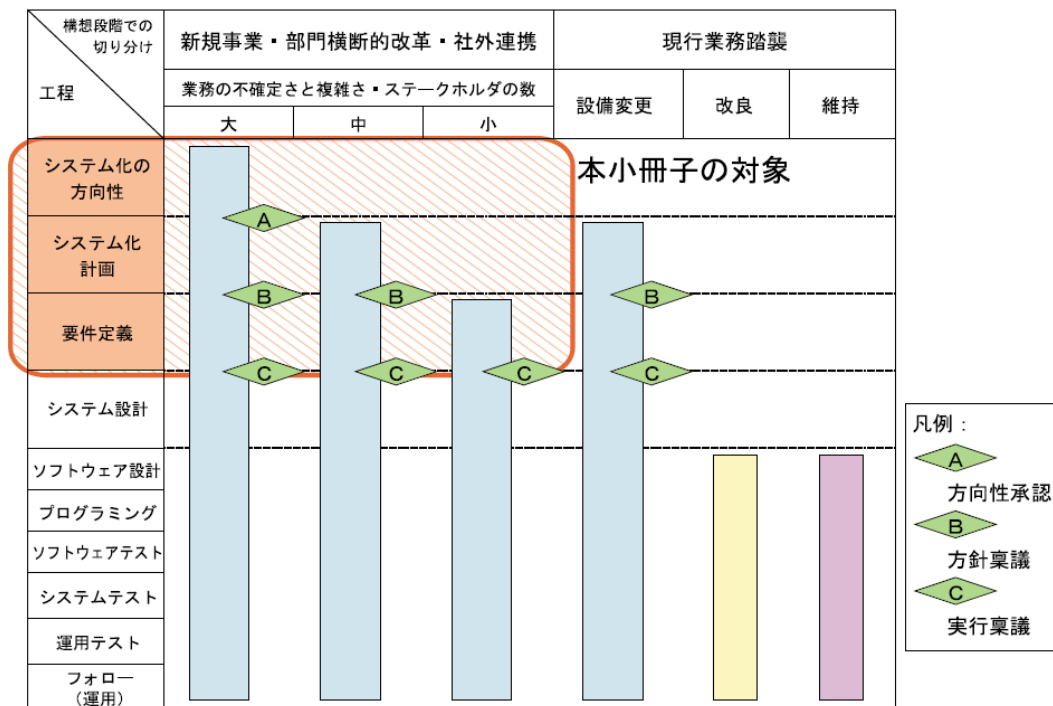


図 4-1 システム化の規模と工程の対応

出所：経営者が参画する要求品質の確保[4]

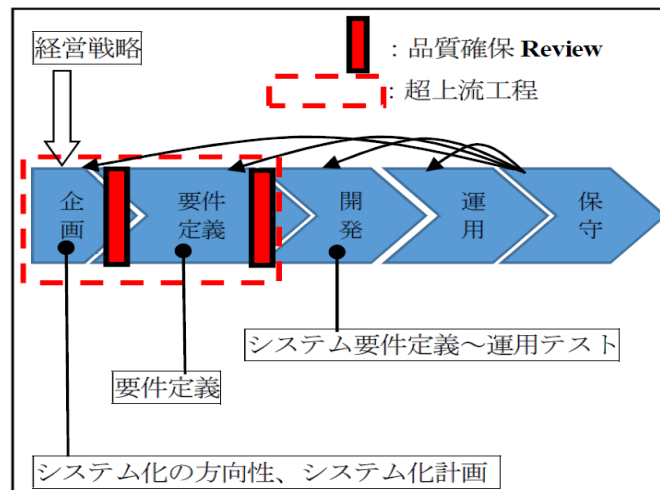


図 4-2 ソフトウェアライフサイクルプロセス

出所：共通フレーム 2013 概説[2]より著者が作成

4.4.2 チェックポイントの先行研究

独立行政法人情報処理推進機構(IPA)[5]によると、超上流工程である「企画プロセス」と「要件定義プロセス」が特に重要である事が提言されており、この品質確保が重要である。また、独立行政法人情報処理推進機構(IPA)は、「つながる世界の品質確保チェックリスト」を公開している（表 4-1、表 4-2、表 4-3、表 4-4）[6]。

表4-1 つながる世界の品質確保チェックリスト

		対象製品名称: 記入者部署・氏名:							
活動	品質の確保、維持・改善の視点	考慮ポイントとチェック項目				対象の検討	実施状況(対象と決めた場合)	エビデンス(対象と決めた場合)	確認日
V&Vマネジメント	IoTの品質確保のための検証・評価計画立案	【1-1】IoTの特徴を考慮した検証・評価の方針を策定する							
		① IoT機器・システムの特徴の観点から検証方針を策定							
		1-1-1-1 対象製品のIoTの特徴や適用分野、社会的影響を分析しているか?							
		1-1-1-2 何をどこまでテストするか、テスト方針が明確になっているか?							
		1-1-1-3 対象製品に係わる国内/外の法規制を考慮したテスト方針になっているか?							
		② 検証プロジェクトの要件の観点から検証方針を策定							
		1-1-2-1 検証・評価チーム自体のリスク分析を行い、対策を検討しているか?							
		1-1-2-2 品質の説明責任が果たせる品質プロセス(品質エビデンスと承認手続き)が明確になっているか?							
		1-1-2-3 品質目標を立て、その品質目標の妥当性を依頼元と確認しているか?							
		1-1-2-4 保管すべきテストに関する品質記録が明確で、改ざんできない仕組みになっているか?							
		1-1-2-5 調達品の品質に関して、何をどこまで確認するか明確になっているか?							
		【1-2】つながる範囲を明確化してリスク・コストを意識しながら検証・評価計画を策定する							
		① 検証対象・範囲							
		1-2-1-1 つながる相手との接続時に検証する範囲、保証の範囲は明確になっているか?							
		1-2-1-2 多数の機器、多様な機器との接続検証を実施するための環境の準備を検討しているか?							
		1-2-1-3 調達品の品質を確認するための手段や手法が明確になっているか?							
		② 体制・要員							
		1-2-2-1 IoTの特徴を理解した検証要員がいるか?							
		1-2-2-2 検証要員は、IoTのセキュリティやセキュリティのリスクと対策に関する機能を理解しているか?							
		1-2-2-3 自だけで検証体制の構築ができない場合、他社の協力について検討しているか?							
		③ スケジュール							
		1-2-3-1 構成の複雑性を考慮して検証スケジュールを立案しているか?							
		1-2-3-2 つながる相手との検証範囲や検証手法などを調整して検証スケジュールを立案しているか?							
		1-2-3-3 要員の確保が遅れることを想定し、挽回できる検証スケジュールになっているか?							
		1-2-3-4 検証環境の手配・構築が遅れることを想定し、挽回できる検証スケジュールになっているか?							
		④ 評価基準の策定							
		1-2-4-1 品質の重要項目を定め、満たすべきレベルを決めて、観測可能な数値化を行っているか?							
		1-2-4-2 IoTの適用分野の業界規格や法規制などを考慮した評価基準になっているか?							
		⑤ ツールの検討と予算化							
		1-2-5-1 検証に必要なツール類を検討し、内製するものと調達するものを分別しているか?							
		1-2-5-2 それらのツール類の整備に必要なコストを予算化しているか?							
		【1-3】つながる相手や利用者に対して品質を説明できるようにする							
		① 製品のサプライチェーンを含めた品質の把握とエビデンス							
		1-3-1-1 調達品やOSSなどを含めたシステム全体の品質を把握するための仕組みが確立しているか?							
		1-3-1-2 それらの品質に関して、残すべきエビデンスが明確になっているか?							
		1-3-1-3 セキュリティに関して、システム全体の脆弱性を確認する方法が明確になっているか?							
		② つながる相手を意識した検証のエビデンス							
		1-3-2-1 テストの実施環境、実施項目、テスト結果のエビデンスを残すことになっているか?							
		1-3-2-2 合否判定を立証できる実行ログを残すことになっているか?							
		③ IoTのライフサイクルにわたって品質が維持できることの把握とエビデンス							
1-3-3-1 リリース後の品質を維持できる範囲や期間を明確にし、品質が証明できるようになっているか?									
1-3-3-2 リリース後の機能追加や修正対応に関して、品質確保ができるような仕組みになっているか?									
④ 品質の要求レベルに応じたエビデンス									
1-3-4-1 品質目標が適用分野に応じた品質要求レベルになっているか?									
1-3-4-2 客観的な検証や評価の必要性を検討しているか?									
⑤ 保証範囲を明確化したエビデンス									
1-3-5-1 IoT機器・システムのリスク分析を実施し、保証範囲を明確にしているか?									
1-3-5-2 保証範囲外で利用されたときに、問題が発生する可能性があることを明らかにしているか?									
【1-4】検証・評価の範囲を明確化し、関係者間の合意を促す									
① 検証に関する合意									
1-4-1-1 検証計画書やテスト設計書は、依頼元と合意を得るための仕組みや手順を決めているか?									
1-4-1-2 テストの合否判定の結果は、依頼元と合意を得るための仕組みや手順を決めているか?									
② 問題解決に関する合意									
1-4-2-1 調達品の不具合や脆弱性などの情報が入手できる仕組みになっているか?									
1-4-2-2 トラブルシューティング時に協力が得られる体制になっているか?									

出所：つながる世界のソフトウェア品質ガイド[6]より

表 4-2 つながる世界の品質確保チェックリスト

妥当性 確認	利用者視 点での要 求の妥当 性確認	【視点2】つながる 機能の要求仕様 が利用者を満足さ せるか確認する	【2-1】IoT特有の機能や性能、互換性や拡張性に着目する			
			① IoT特有の機能			
			2-1-1-1	ネットワークにつながるにより付加された機能に着目して、レビューを実施したか？		
			② つながる機器の性能差			
			2-1-2-1	メーカの機器個体としての性能差や利用環境による性能差などに着目して、レビューを実施したか？		
			③ つながる機器の種類と接続数			
			2-1-3-1	つながる機器の種類やプロトコル、接続数に着目して、レビューを実施したか？		
			2-1-3-2	今後、つながることが予想される機器やプロトコルの扱いに着目して、レビューを実施したか？		
			④ 取り扱うデータの種類とデータ量			
			2-1-4-1	IoTとして、取り扱うデータの種類とデータ量に着目して、レビューを実施したか？		
			2-1-4-2	今後の拡張やIoT連携強化に対して扱える最大データ量に着目して、レビューを実施したか？		
			2-1-4-3	想定外のデータの取り扱いに着目して、レビューを実施したか？		
			⑤ つながる相手をきめた機能の充足性			
			2-1-5-1	開発要件が将来の拡張やIoT連携強化を考慮しているかに着目して、レビューを実施したか？		
			2-1-5-2	外部のシステムとの連携などで、連携異常の監視方法に着目して、レビューを実施したか？		
			【2-2】利用環境や利用者の使い方に着目する			
			① 利用環境や利用場面			
			2-2-1-1	利用者がIoTを使う時の利用環境や利用場を網羅的に想定し、レビューを実施したか？		
			② 利用者の特性や役割			
			2-2-2-1	利用者を明確にし、その役割に着目して、レビューを実施したか？		
			③ 利用状況のフィードバック			
			2-2-3-1	利用状況を把握するための要件や機能に着目して、レビューを実施したか？		
			2-2-3-2	利用状況の把握について、国内外のプライバシー保護や関連する法律、規制などに着目して、レビューを実施したか？		
			【2-3】IoTのライフサイクルでの安全安心（セキュリティ、セーフティ、リニアリティ）に着目する			
			① IoT機器の障害や劣化			
			2-3-1-1	IoT機器の障害や劣化に対して、システムを継続するための信頼性に関する要件について、利用者や社会に与える影響に着目して、レビューを実施したか？		
			② セキュリティレベルの考慮と脆弱性への対応			
			2-3-2-1	IoT機器・システムの適用分野におけるセキュリティレベルに関する要件について、長期にわたる安全安心の維持に着目して、レビューを実施したか？		
			③ システムの拡張による性能劣化・機能不全への対応			
			2-3-3-1	システムの拡張や利用環境などの変化に関する要件について、性能劣化や機能不全の対応に着目して、レビューを実施したか？		
			【2-4】長期利用のための保守・運用に着目する			
			① IoT機器・システムの障害対応や機能改善			
			2-4-1-1	IoT機器やシステムのリリース後の不具合対応や脆弱性対策に関する要件について、適用時の安全性や効率性に着目して、レビューを実施したか？		
			2-4-1-2	障害発生時の原因究明に関する要件について、障害の解析性に着目して、レビューを実施したか？		
			② 安全安心に係る監視機能の正常性の確認			
			2-4-2-1	IoT全体の正常性を確認するための監視機能などに関する要件について、監視機能の正常動作を運用中に確認できるかに着目して、レビューを実施したか？		
			③ IoT機器のEoLや連携サービスの終了への対応			
			2-4-3-1	IoT機器のEoL(End of Life、製品が生産終了したこと)やバッテリー期限切れ、連携したサービスの終了などに関する要件について、利用者に迷惑をかけないための長期保証に着目して、レビューを実施したか？		
		【視点3】実装した 機能が利用者の 要求を満たしてい るか評価する	【3-1】IoTの機能が要求を満足できるレベルで実装できていることを評価する			
			① 評価シナリオの作成と合意			
			3-1-1-1	利用者の想定、使われるシーンや環境、使われる手順など、実際の利用場面を考慮しているか？		
			3-1-1-2	評価シナリオの十分性や判定基準を検討し、関係者間で合意しているか？		
			3-1-1-3	視点2で挙げた妥当性確認の結果を反映したリスク低減策の確認も含まれているか？		
			② ツールの準備と評価要員の確保			
			3-1-2-1	評価に必要なツール類やシミュレータは明確であり、その準備は、妥当であるか？		
			3-1-2-2	それらのツール類やシミュレータを使いこなせるスキルを有する要員の確保が出来ているか？		
			③ 評価の実施と結果判断の合意			
			3-1-3-1	品質の説明責任が果たせるように、保存すべき評価結果のエビデンスが明確であるか？		
			3-1-3-2	評価結果の判断が正しいことを、関係者と協議し合意した結果のエビデンスが明確であるか？		

出所：つながる世界のソフトウェア品質ガイド[6]より

表 4.3 つながる世界の品質確保チェックリスト

検証	IoTの特徴に着目したテスト設計	【視点4】多種多様なつながり方で動作と性能に着目する	【4-1】多数の機器の接続や性能を考慮したテストを設計する				
			① テスト設計時の考慮項目				
			4-1-1-1 最大接続数、データの最大量に関するテストが考慮されているか？				
			4-1-1-2 想定外のデータを取り扱う機能に関するテストが考慮されているか？				
			4-1-1-3 様々なつながり方でつながる相手も含めた機能の充足性に関するテストが考慮されているか？				
			4-1-1-4 動作寿命や消費電力に関するテストが考慮されているか？				
			4-1-1-5 IoT全体としての性能の満足性や性能のボトルネック、性能バランスに関するテストが考慮されているか？				
			② テストの実行性・効率性確認				
			4-1-2-1 実行性に関して、接続性や性能の確認に必要なテスト環境の条件や仕様が明確であるか？				
			4-1-2-2 効率性に関して、つながるパターンやデータパターンなどの組み合わせテストの実行時間を予測しているか？				
			【4-2】多種類の機器との接続やシステム連携を考慮したテストを設計する				
			① テスト設計時の考慮項目				
			4-2-1-1 同一機種の各種バージョンでの機能の互換性に関するテストが考慮されているか？				
			4-2-1-2 同一仕様の各種メーカーでの機能の互換性に関するテストが考慮されているか？				
			4-2-1-3 システム連携などでの相互の情報交換に関するテスト(異常データも含む)が考慮されているか？				
			② テストの実行性・効率性確認				
			4-2-2-1 実行性に関して、機能や情報の互換性の確認に必要なテスト環境の条件や仕様が明確であるか？				
			4-2-2-2 効率性に関して、テスト対象機種やバージョンの組み合わせテストの実行時間を予測しているか？				
			【5-1】利用者、利用状況、利用環境などを考慮したテストを設計する				
			① テスト設計時の考慮項目				
			5-1-1-1 利用者の特性・スキル、利用場所、利用シーンなどを想定したテストが考慮されているか？				
			5-1-1-2 利用状況把握機能とプライバシー保護機能に係わるテストが考慮されているか？				
			② テストの実行性・効率性確認				
			5-1-2-1 実行性に関して、実利用に関する確認に必要なテスト環境の条件や仕様が明確であるか？				
			5-1-2-2 効率性に関して、実利用を想定したシーンの組み合わせテストの実行期間を予測しているか？				
			【6-1】障害/故障や異常の検知、復旧などの異常処理や長期利用に係わるテストを設計する				
			① テスト設計時の考慮項目				
			6-1-1-1 設計範囲外の機器の接続、異常データ発生に関するテストを考慮しているか？				
			6-1-1-2 機器・システムの障害/故障や通信の障害発生時の対応処理のテストを考慮しているか？				
			6-1-1-3 長期間の利用時の資源枯渇や機器の劣化に関するテストを考慮しているか？				
			6-1-1-4 複数IoTによるデバイス制御の競合に関するテストを考慮しているか？				
			② テストの実行性・効率性確認				
			6-1-2-1 実行性に関して、障害/故障、異常状態、競合状態などを発生させるテスト環境の条件や仕様が明確であるか？				
			6-1-2-2 効率性に関して、異常系テストの組み合わせに対する実行期間を予測しているか？				
			【6-2】つながることによるセキュリティの脅威やそれがセーフティに及ぼす影響を考慮したテストを設計する				
			① テスト設計時の考慮項目				
			6-2-1-1 セキュリティ攻撃の検知や脆弱性に関するテストを考慮しているか？				
			6-2-1-2 コモンクライテリアや機能安全などで要求されるセキュリティやセーフティのレベルに必要なテストを考慮しているか？				
			6-2-1-3 システム間連携などでセキュリティやセーフティのレベルが異なるシステム間のテストを考慮しているか？				
			6-2-1-4 セキュリティ強化のための対策機能がセーフティに与える影響を確認するテストを考慮しているか？				
			6-2-1-5 廃棄や譲渡を想定した個人情報や企業の機密情報などの初期化テストを考慮しているか？				
			② テストの実行性・効率性確認				
			6-2-2-1 実行性に関して、セキュリティやセーフティに関する異常を発生させるテスト環境の条件や仕様が明確であるか？				
			6-2-2-2 効率性に関して、脆弱性や規格への適合性を効率的に確認するためのツールを検討しているか？				
			【7-1】長期安定稼働のためのアップデートや必要なログの収集などのテストを設計する				
			① テスト設計時の考慮項目				
			7-1-1-1 障害解析に必要なログ収集やセキュアにログ転送するための機能のテストを考慮しているか？				
			7-1-1-2 アップデートに関する機能(セキュアな転送、失敗時の回復、負荷・性能など)のテストを考慮しているか？				
			② テストの実行性・効率性確認				
			7-1-2-1 実行性に関して、ログ確認のための異常やアップデートの負荷を発生させるテスト環境の条件や仕様が明確であるか？				
			7-1-2-2 効率性に関して、通信の異常やセキュリティ攻撃を効率的に発生させるためのツールを検討しているか？				
			【8-1】多数の機器の接続や、大量のデータを想定したテスト環境を検討する				
			① テスト環境の考慮事項				
			8-1-1-1 多数の機器が接続可能なテスト環境が準備できるか？				
			8-1-1-2 大量のデータや想定外のデータに関するテスト環境が準備できるか？				
			8-1-1-3 ハードウェア、ソフトウェア、ネットワークの障害/故障の発生に関するテスト環境が準備できるか？				
			8-1-1-4 セキュリティ上の異常発生に関するテスト環境が準備できるか？				
			8-1-1-5 その他、加速度テスト、性能測定、電力測定などのテスト環境が準備できるか？				
			② 手配できない場合の代替手段				
			8-1-2-1 シミュレータやツールの手配を検討しているか？				
			8-1-2-2 テストできる場所やテストベッドの手配を検討しているか？				
			【8-2】効率的なテスト方法を検討する				
			① テストの効率化				
			8-2-1-1 テスト爆発の抑制について検討しているか？				
			8-2-1-2 テストの類似項目を整理しているか？				
			8-2-1-3 テストの工数削減について検討しているか？				
			8-2-1-4 回帰テストの容易化について検討しているか？				
			【9-1】テストし易さ、テスト実行性を満たすための対策を開発へ反映させる				
			① テスト容易化設計(DFT)の提案				
			9-1-1-1 設計時に制御や監視に関するインタフェースの統一・集約ができていないか？				
			9-1-1-2 アーキテクチャが分割してモジュール化され、テスト範囲が局所化されているか？				
			9-1-1-3 類似障害発生機能などのテストに必要な機能があらかじめ組み込まれているか？				
			9-1-1-4 アサーションやDesign by Contractなどの一般的なテストの容易化の検討を実施しているか？				
			② テストが困難である場合の提案				
			9-1-2-1 確認手段が無い機能やテストに膨大な工数がかかる機能に関して、設計内容の見直しの提案を実施しているか？				
			9-1-2-2 テストの手法が技術的に確立できていない場合、保証する内容の見直しの提案を実施しているか？				
			【10-1】テスト環境に着目し、テストの実行順序や組み合わせを考慮したテストを実施する				
			① テスト効率化の考慮項目				
			10-1-1-1 テスト環境の利用に着目してテストの実行順序を検討しているか？				
			10-1-1-2 同じテスト環境下で実行可能なテストをまとめて実施することを検討しているか？				
			【10-2】合否判定結果だけでなく、判定理由を含めてエビデンスとして残す				
			① テスト実施上の考慮項目				
			10-2-1-1 品質の説明責任を果たすために、合否判断の根拠となるエビデンスを残しているか？				
			10-2-1-2 テスト実施結果を開発担当者や確認しているか？				

出所：つながる世界のソフトウェア品質ガイド[6]より

表 4-4 つながる世界の品質確保チェックリスト

運用マネジメント	IoTの品質を維持・改善するための運用計画立案	【視点11】運用中の環境変化による影響やリスクを想定する	【11-1】運用期間において品質を維持するための計画を策定する				
			① リリース後の変化要素の洗い出し				
			11-1-1-1 リリース後に起こり得る様々な変化要素を網羅的に洗い出しているか？				
			11-1-1-2 システム更新時や新たなシステム連携時に脅威分析をやり直すことを計画しているか？				
			② 定期的な品質の確認・点検作業の計画				
			11-1-2-1 リリース後の変化要素を考慮して、品質を維持するための運用計画を立てているか？				
			11-1-2-2 その運用計画に対してリスクを網羅的に検討し、リスク対策の妥当性を確認しているか？				
			③ 不具合の発生などを想定した対応プロセスの確立				
			11-1-3-1 リリース後の不具合などの発生に対して、迅速に対応できるプロセスが確立できているか？				
			④ 情報公開やクレーム対応				
運用実施	長期利用での品質維持と改善	【視点12】運用中の環境変化を捉え、品質が維持されているか確認する	【11-2】利用者の視点で運用品質が維持されているかを評価する				
			① 運用品質の評価項目の抽出と評価基準の策定				
			11-2-1-1 運用品質に関わる事項を洗い出し、それらの事項を評価するための基準が出来ているか？				
			② 運用品質の評価とフィードバック				
			11-2-2-1 運用品質の評価項目を定期的に測定し、評価基準に従って確認しているか？				
			11-2-2-2 運用での評価結果を関係者と共有し、次期開発などにフィードバックする仕組みや手順があるか？				
			【12-1】リリース後の利用環境の変化と脆弱性などの技術情報を把握する				
			① 利用環境の変化の把握と対処				
			12-1-1-1 想定外の利用者や機器の接続が無いことを確認しているか？				
			12-1-1-2 IoT機器のEoLや連携サービスの停止・終了、経年変化による性能の劣化などが起きていないことを確認しているか？				
			② 技術情報の変化の把握と対処				
			12-1-2-1 OSSを含むソフトウェアの更新情報や脆弱性情報を定期的に確認しているか？				
			12-1-2-2 プライバシー保護などの法規制(国内外)の変化を定期的に確認しているか？				
			【12-2】利用者が直接利用する機能と安全安心に係わる機能が維持されているかを確認する				
			① 利用者に提供している機能・性能の確認				
			12-2-1-1 本来、利用者に約束している機能や性能が満足できる状況にあることを確認しているか？				
			12-2-1-2 セキュリティ攻撃やIoT機器の故障などが起きていないことを確認しているか？				
			12-2-1-3 IDやパスワードをデフォルトのままに利用しないよう促していることを確認しているか？				
			② 安全安心に係わる機能の確認				
			12-2-2-1 障害監視機能、ログ収集機能、ウイルス対策機能、診断機能、縮退機能、停止機能などについて、定期的に正常動作を確認しているか？				
			12-2-2-2 システム更新時や他システムとの連携時に脆弱性の有無を確認しているか？				
			【視点13】ソフトウェアの更新時はつながる相手への影響を確認する				
			① 接続相手への影響確認				
			13-1-1-1 通信プロトコルの更新や追加時に当該利用環境での利用者への影響を確認しているか？				
			13-1-1-2 つながる相手との処理性能の差の拡大による影響など、性能に着目した確認を実施しているか？				
			② 多数台つながっている場合の影響確認				
			13-1-2-1 多数台同時にソフトウェア更新データを配信する時に通信路の帯域性能の影響を確認しているか？				
			13-1-2-2 適用の手順を事前に確認し、適用要員のスキルや理解度に問題がないことを確認しているか？				
			③ アップデート失敗への考慮				
			13-1-3-1 アップデートの失敗や動作が不安定になった場合の回復手順を事前確認しているか？				
			④ 運用手順の訓練				
			13-1-4-1 品質を維持するための運用手順に関して、定期的な実施訓練と見直しを実施しているか？				

出所：つながる世界のソフトウェア品質ガイド[6]より

中規模以下のITプロジェクトとは言え、大規模なプロジェクトと同様に要件定義に対して品質確保Reviewを実施する事が望ましい。しかしながら、Reviewにかける予算の都合上で広く浅くしかReviewを実施できない場合は、効果的なReviewにならない可能性が有る。

独立行政法人情報処理推進機構(IPA)は、「中小規模向けIoT品質確認チェックリスト」を公開している(表4-5)[6]。「中小規模向けIoT品質確認チェックリスト」は、ポイントを絞って浅く広くならないよう工夫がされており、本チェックリストのチェック事項は実施すべきであるが、「方向性承認」,「方針稟議」の要素が十分では無いと考える。

表 4.5 中小規模向け IoT 品質確認チェックリスト

No.	チェック内容	チェック欄	判断根拠
検証・評価計画	(1) 検証・評価の方針	IoT機器・システムとしての特徴や産業分野の規則など守らなければならない事項などの観点から検証・評価方針を策定していますか？	
	(2) 検証・評価の計画	つながる範囲を明確化して、リスクとコストを意識しながら、検証・評価計画を策定していますか？	
	(3) 検証・評価の記録	検証・評価の結果として残すべき記録（テストの実施環境、実施項目、テスト結果、実行ログなど）が明確になっていますか？	
	(4) 関係者間の合意	検証・評価計画書やテスト設計書、テストの合否判定の結果に対する合意方法や、トラブルシューティングに関する協力について、関係者間で決めていますか？	
要件仕様レビュー	(5) 機能や性能の妥当性確認	IoT特有の機能、性能、将来の拡張を考慮して、要求仕様の妥当性をレビューしていますか？	
	(6) 利用者や利用環境の想定 の妥当性確認	利用者や利用環境を網羅的に考慮して、要求仕様の妥当性をレビューしていますか？	
	(7) セーフティ、セキュリティ、信頼性に関する機能の妥当性確認	IoT機器の障害や劣化による影響、セキュリティ対策など、安全安心を考慮して、要求仕様の妥当性をレビューしていますか？	
	(8) 長期利用のための保守・運用要件の妥当性確認	IoT機器・システムを長期的に安定して稼働させるための保守・運用を考慮して、要求仕様の妥当性をレビューしていますか？	
テスト設計	(9) 機器の接続数や性能を考慮したテスト設計	接続する機器の最大接続数やデータの最大量を考慮したテストや、性能テストを設計していますか？	
	(10) 機器の種類やシステム連携を考慮したテスト設計	メーカーやバージョンが異なる機器と接続するときの機能の互換性や、システム連携の情報の互換性を考慮したテストを設計していますか？	
	(11) 様々な利用状況を考慮したテスト設計	利用者の特性・スキル、利用場所、利用シーンなどを想定したテストを設計していますか？	
	(12) トラブル発生を考慮したテスト設計	機器の故障やシステム障害の発生を想定したテストを設計していますか？	
テスト実施	(13) セーフティとセキュリティを考慮したテスト設計	つながることによるセキュリティの脅威やそれがセーフティに及ぼす影響を考慮したテストを設計していますか？	
	(14) 長期安定稼働の維持を考慮したテスト設計	障害解析に必要なログの収集や転送を行う機能、アップデートに関する機能（セキュアな転送、失敗時の回復、負荷・性能など）のテストを設計していますか？	
	(15) テスト環境の構築	テスト設計で抽出したテストを確実に実施するために必要なテスト環境は準備できていますか？	
	(16) 効率的なテスト方法の検討	テスト設計で抽出したテストを効率化するための手段を検討していますか？	
運用計画	(17) テストの効率的な実施	テストの実行順序や組み合わせを考慮してテストをしていますか？	
	(18) 判定理由を含めた記録	合否判断の根拠となるエビデンスを残し、テスト実施結果を開発チームと確認していますか？	
	(19) 実装したIoT機能の総合評価	IoTの機能が当初の目的や目標を満足しているか総合評価し、評価結果を関係者と合意していますか？	
	(20) 運用の計画	運用中に起こり得るシステムの機能や性能を劣化させる事項を予測し、それらの発生を把握するような監視方法と発生時の対応プロセスを決めていますか？	
運用実施	(21) 運用品質の評価	機能や性能が利用者の視点で目標を達成できているか評価し、評価結果を関係者と共有し、開発にフィードバックするプロセスを決めていますか？	
	(22) 利用環境の変化と技術情報の把握	リリース後の利用環境の変化や最新の技術情報を把握し、対応していますか？	
	(23) 利用者の安全安心に関わる機能の維持	利用者が利用する機能と安全安心に関する機能が正常に維持できていることを、確認していますか？	
	(24) ソフトウェア更新	ソフトウェアの更新時は、接続先システムに影響を与えないことを確認していますか？	

出所：つながる世界のソフトウェア品質ガイド[6]より

4.4.3 独自の絞り込み手法の提案

Reviewする重点を絞る事により効果的な品質確保 Review が実施できると考える。筆者独自に考案した規模の絞り込み方法「システム化規模判断スキーム」の例を図4-3に示す。閾値については、各企業、部署の特性により異なるが、図4-3を参考に定義し、PDCAを適切に繰り返す事により、早期に有効な判断基準とできると考える。

企業の特性により、規模判断を投資金額ではなく、予測工数又は予測工期にて判断しても良い。システム化の規模の確認後、システム化の規模が中小規模の場合は、チェックポイントを絞り込んだチェックリストを使用する事により、効果的に品質確保 Review が実施可能と考える。絞り込んだチェックポイントの例を表4-6に示す。小規模（例、100万円以下）は、更にチェックポイントを絞り込んだ設定が可能と考える。

システム化の規模が大規模な場合は、表4-6によるチェックに加えて、先行研究にて提示されているチェックリストの Review や、要件定義に関する専門の書籍等に記載された内容の Review が必要である。

簡素化チェックリスト（表4-6）は、システム化規模が小さい時に品質確保 Review が実施されない事を避けるため、最小限に絞り込んだものである。

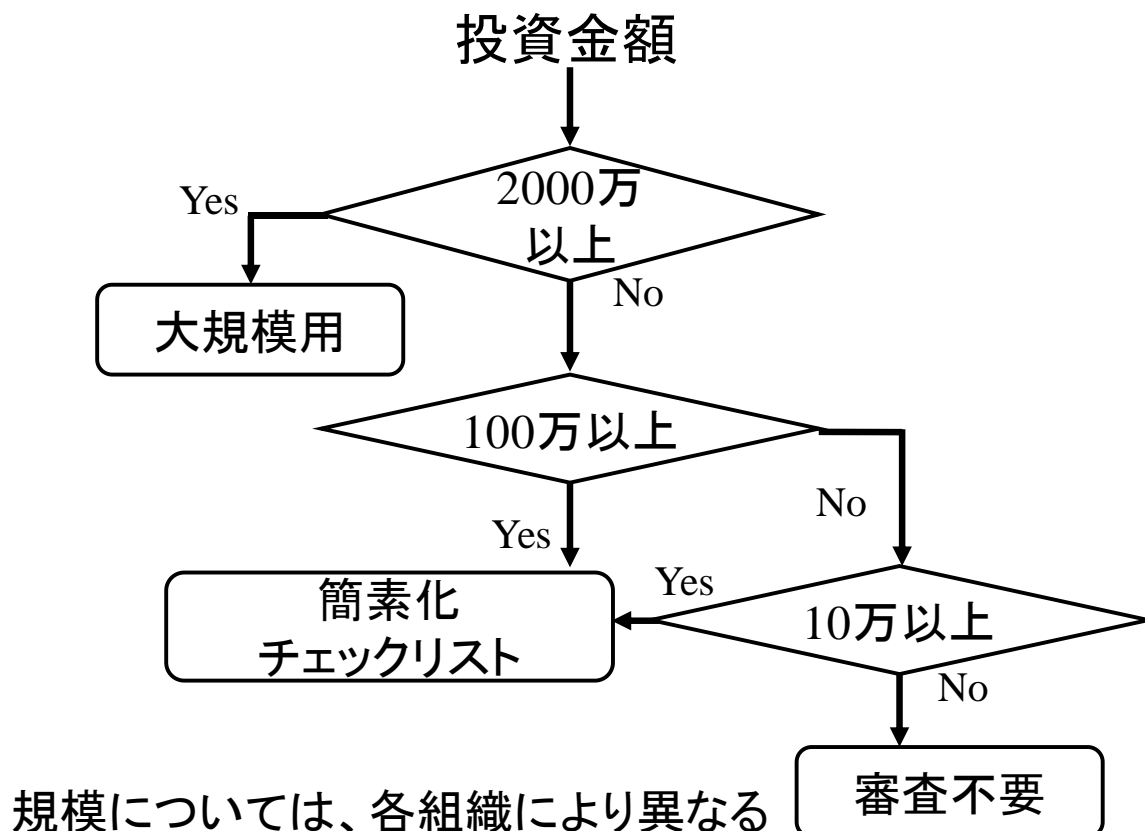


図4-3 システム化の規模判断スキーム

出所：著者作成

表4-6 簡素化チェックリストの例

	チェックポイント	前*	後*	着目点
共通	プロジェクトオーナー決定	◎	◎	プロジェクトオーナー（責任者）が決まっているか
	オーナーの Review 参加計画	◎	◎	オーナーの Review 参加計画が決まっているか
	成果物と責任者が明確化	◎	◎	成果物と責任者が明確に文書化されているか
	必要工数の計画／実行	◎	◎	必要工数の計画／実行がなされているか
	上記非担保時の対応	◎	○	<u>上記非担保時の対応が決まっているか（リスク対応）</u>
個別	必要人材の参画	○	◎	必要人材の参画が計画されているか
	類似案件の失敗例を調査	○	◎	類似案件の失敗例が調査，展開済か
	現場意見の盛り込み確認	○	◎	現場意見の盛り込み確認はできているか

*：要件定義前の Review と後の Review を示す。

◎：必須，○：100 万円以上は必須，△：任意

出所：著者作成

4.4.4 要件定義品質確保のガイドライン

以上より、次に示す3項目の実施を「要件定義品質確保のガイドライン」として提案する。

- 図4-2に示した時期に品質確保 Review を実施する。
- システム化の規模の絞り込みを実施する（図4-3）。
- システム化の規模に合わせてチェックリストを使用する。規模が小さい場合は、チェックポイントを絞り込んだ簡素化チェックリスト（表4-6）を使用して Review する。

4.5 おわりに

本研究で「要件定義の品質確保ガイドライン」を考案した。

システム化の規模が大規模な場合は、先行研究や、要件定義に関する専門の書籍等に記載された内容の Review が必要である。システム化の規模が中小規模の時に品質確保 Review が実施されない事を避けるため、チェックポイントの必須事項を絞り込んだチェックリストの使用を提案した。今後具体的対策の有効性を報告したい。

参考文献（第4章）

- [1] 繁友良太，福澤和久，石井成美:「経営戦略実現のための IT 経営プロセスモデルの有効化」，日本生産管理学会論文誌，Vol 27, No. 1, pp.107-112 (2020).
- [2] 室谷隆:『共通フレーム 2013 の概説』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)(2013).
- [3] 西村崇，斉藤壮司，田中淳:「半数が失敗」日経コンピュータ 2018.3.1，pp.26-47 (2018).
- [4] 『経営者が参画する要求品質の確保』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA) (2006).
- [5] 『超上流工程における課題と解決策一覧』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA) (2013).
- [6] 『つながる世界の品質確保に向けた手引き～IoT 開発・運用における妥当性確認・検証の重要ポイント～』，独立行政法人情報処理推進機構（IPA）(2018).
- [7] 「成功率は 31.1%」，日経コンピュータ 2008.12.1，pp.38-53 (2008).

第5章 超上流プロセスに必要な工数確保ガイドラインの考案

5.1 背景・目的

昨今 IoT (Internet of Things) , ICT (Information and Communication Technology) 活用の重要性が増している。ビッグデータ活用による新規ビジネス, 企業内の生産性の改善に大きな需要があり, 情報システム企画の重要性は更に増している。しかしながら情報システムの導入は, 未だに 50%程度が失敗とのデータ[3]があり, 円滑な導入が進まないケースが多い。

筆者らは, その原因の一つとして「必要な人材と工数が確保されない」ことを挙げている[2]。

福澤ら[5]は, 人材タイプ別スキル標準を定義し, その有効性について検証したが, 各プロセスに対する工数についての言及が無い。本論文では課題解決のため, 特に重要なプロセスである超上流プロセスに対し, 概算工数が簡易的に算出可能とする「超上流プロセスに必要な工数ガイドライン」を新規に考案した。

5.2 情報システム導入の現状

日経コンピュータ[3]の調査によると, プロジェクトマネジメントの進んだ近年においても, 情報システム導入／刷新プロジェクトの 47.2%が失敗との調査結果が示されている。これは, 2008 年の調査時[15]よりも改善されているものの, 成功率は依然高い水準とは言えないことを示している。

5.3 システム開発のプロセス

SLCP (Software Life Cycle Process) [4]では, システム開発のプロセスを「企画プロセス」「要件定義プロセス」「開発プロセス」「運用プロセス」「保守プロセス」のプロセスに分けており, 図 5-1 のように実施される[2][4]。

このうち, 「企画プロセス」「要件定義プロセス」は共通フレーム[4]によると「超上流プロセス」と定義されている。

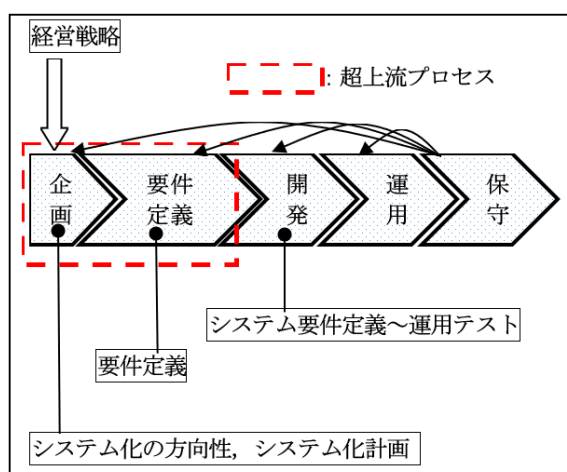


図 5-1 ソフトウェアライフサイクルプロセス

出所:共通フレーム 2013 概説[4]より著者が作成。

5.4 超上流プロセスとは

経営戦略と開発プロセスを結ぶには、超上流プロセスを確実に遂行し有効に機能させる事が重要である。超上流プロセスの企画プロセスはシステム化の方向性及びシステム化計画、要件定義プロセスは要件定義により構成され、次の様に定義されている[1][6]。

システム化の方向性では、経営の方針や事業部門からの業務上のニーズあるいはシステムの課題などの要求により始まり、利害関係の異なるステークホルダ間で互いの共通認識を合わせてシステム化の方向性をまとめあげる。

システム化計画は、システム作りの基本であり、前の工程で確認したシステム化の方向性を具体的にするための要求分析を実施し、これを達成するための体制、スケジュールにめどをつける計画書を作成し、経営方針稟議の承認を得る。

要件定義では、業務改革やシステム改善の要求の結果を分析し、事業要件、業務要件、システム要件、非機能要件として定義することで、実現方法や機能を要件として明確にする。要件定義書は、システムの実現性を担保する設計書である。

5.5 情報システム導入における問題点の抽出

情報システム導入における問題点抽出のため、日経コンピュータ[3]で挙げられた問題プロジェクトの原因(表 5-1) より、3つの問題に大別した。

- ①要件が適切に設定されない
- ②必要な人材と工数が確保されない
- ③運用が適切にされない (利用者)

表 5-1 問題プロジェクトの原因

	問題プロジェクトの原因(複数回答)	該当率(n=88)
①	要件定義が不十分	35.2%
①	システムの企画が不十分・適切でなかった	31.8%
②	テストが不十分だったり, 移行作業に問題があったりした	22.7%
③	エンドユーザーへの教育が不十分	20.5%
①	システムの設計が不正確	19.3%
②	システムの開発作業の質が悪かった	18.2%
①	運用計画が現実の利用形態に沿ってなかった	18.2%
②	開発体制が不十分	14.8%
-	ベンダー選定が不十分	12.5%

出所:日経コンピュータ[3]より筆者が作成.

これらの問題プロジェクトの原因のうち, 上位を占めているのが「要件定義が不十分」「システムの企画が不十分・適切でなかった」の2件で, いずれも要件定義に関連する, 超上流プロセス(図 5-1)での問題点である.

5.6 解決策の提言の先行研究

この大別した問題に対して, 筆者らは先行研究にて, 解決策として以下3点を提言している. [1][2]

- ①要件定義品質確保のチェックポイント活用
- ②必要人材及び工数確保のガイドライン制定
- ③運用状況チェックポイント活用, 組織体制

本章では, 上記解決策②について述べる.

5.6.1 必要人材の先行研究

解決策②のうち, 必要人材については, 福澤ら[5]が「人材タイプ, 人材像, スキル標準」を定義し, その有効性について検証している(表 5-2, 図 5-4 参照).

表 5-2 必要な人材像

人材タイプ	人材像
エグゼクティブ	経営戦略を実現する手段として IoT を取り入れる組織の経営者及び管理者で, 付加価値創造プロセスをリードする(IoT 経営の実現を決定する人)
コーディネータ	IoT 化を推進するプロジェクトの企画・管理・評価・改善する者で, プロジェクトをリードする
アーキテクト	IoT 化を推進するプロジェクトの企画立案された内容に基づき要件定義するもので, 評価・改善のフィードバックも行う
デザイナー	要件定義された内容に基づき IoT システムを設計する
エンジニア	設計された内容に基づき IoT システムを構築, 保守運用する
アドミニストレータ	IoT システムを利活用し, 評価・改善する

出所:福澤ら[5]より.

2006年の独立行政法人情報処理推進機構(IPA)からの調査報告によると、超上流プロセスである「企画プロセス」と「要件定義プロセス」が特に重要で有る事が提言されている [6].

福澤ら[5]は、人材タイプ、人材像として表5-2の人材像を定義した。この人材像のなかで一番重要と考えられているのが、「コーディネータ」である。一方、IPAの人材白書2018[14]によると、「IT戦略策定・IT企画、IT投資案件のマネジメント人材」が、今後重要と考え育成していきたいIT人材として31.5%と他の人材と比較して最重要との回答である。なかでも大企業（1000人以上）においては、約半数の49.8%を占めている（図5-2）。

図表3-2-24 ユーザー企業が今後、重要と考え育成していきたいIT人材【従業員規模別】⁷ 無回答を除く

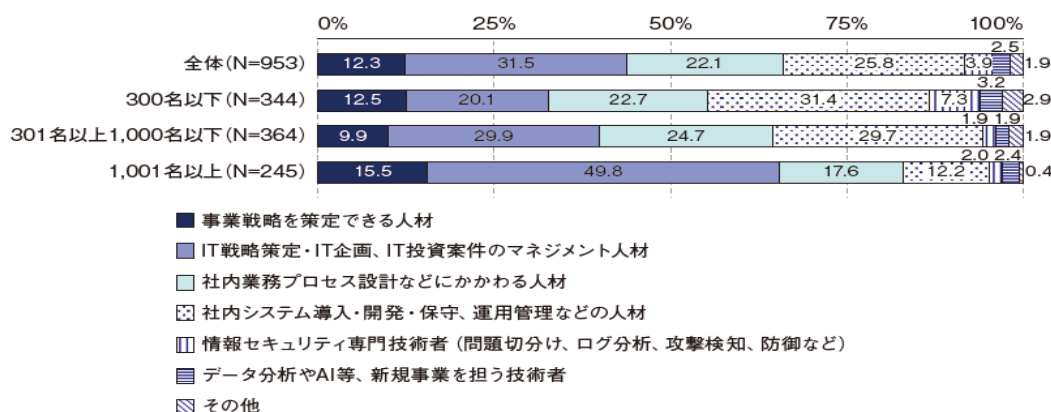


図5-2 重要と考え育成していきたいIT人材

出所: IT人材白書2018[14]より。

この人材像は福澤ら[5]の定義した人材像の「コーディネータ」に近い人材像であり、IPAの調査結果[14]と重要度の面で良い一致を得ている。この重要な人材像をふまえて、ITプロジェクトの各プロセス（図5-3）に応じて必要人材をスキル標準（表5-3、図5-4）より抜き出し、招集予定メンバのスキルマップと照らし合わせるプロセスを踏むことにより、失敗確率を減らす事ができる。

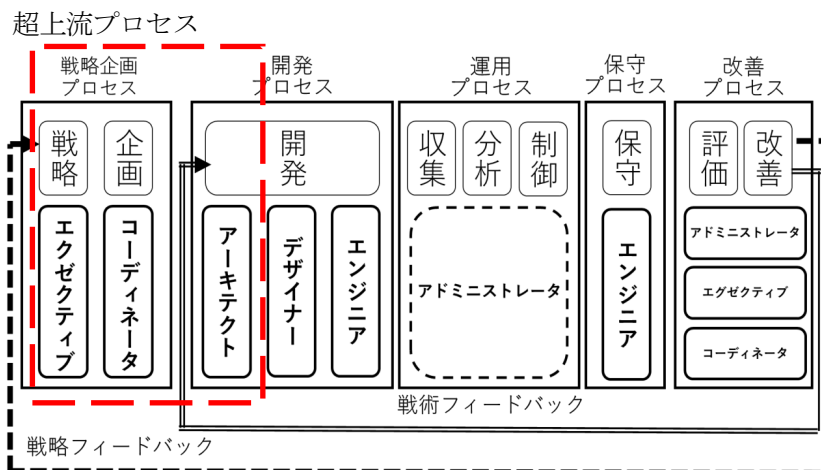


図5-3 必要人材とプロセス

出所: 福澤ら[5]より筆者加筆。

IoT人材タイプ別スキル標準			人材タイプ	エグゼクティブ	コーディネータ	アーキテクト	デザイナー	エンジニア	アドミニストレータ
			人材像	経営戦略を実現する手段としてIoTを取り入れる組織の経営者および管理者で、付加価値創造プロセスをリードする	IoT化を推進するプロジェクトの企画・管理・評価・改善する者で、プロジェクトをリードする	IoT化を推進するプロジェクトの企画立案された内容に基づき要件定義する者で、評価・改善のフィードバックも行う	要件定義された内容に基づきIoTシステムを設計する	設計された内容に基づきIoTシステムを構築、保守・運用する	IoTシステムを活用し、評価・改善する
分野	項目	スキル標準	キーワード	人材タイプ別スキルレベル					
戦略とマネジメント	企画・戦略	IoTシステムの導入を企画・推進するにあたって必要となる戦略及びマーケティング	5つの競争要因、ロバリューチェーン、プロダクトイノベーション、プロセスイノベーション、イノベーションのジレンマ、スマート製品のケイパビリティ	4	3	3	2	1	1
	プロジェクトマネジメント	IoTプロジェクトを円滑に進めるために必要なマネジメント、品質管理、IoT関連の補助金など	補助金施策、ものづくり補助金、PMBOK、アジャイル、リーン開発、IEC61508	4	3	3	2	1	1
	人材育成と企業間連携	IoTプロジェクトを推進するための人材育成や企業間連携	ITSS、ETSS、UISS、垂直統合、水平分業、クラウドソーシング	4	3	3	2	1	1
産業システム	IoT関連の産業システム	エネルギー、農業、交通などの産業で利用されるIoT関連のシステム	HEMS、BEMS、スマートホーム、スマートメーター、スマート農場、植物工場、スマートグリッド	2	4	3	3	2	1
	世界各国におけるIoTプロジェクト	世界各国で取り組まれているIoTや製造業に関するプロジェクト	インダストリー4.0、インダストリアルリアルインターネット、Industrial du Futur/産業の未来、中国製造2025	2	4	3	3	2	1
	標準化	世界各国の標準化団体などが定めているIoTに関連する規定及び技術や目的	AllJoyn, Allseen Alliance, OIC, Thread, HomeKit	2	4	3	3	2	1
法務	通信関連の法律	日本国内において無線通信を行うデバイスを利用するもしくは開発するために必要な認可	技術基準適合証明、技術基準適合認定、技適マーク、FCC ID、CEマーク、MRA=Mutual Recognition Agreement	3	3	2	2	2	1
	製造および航空法等	ドローン飛行、プライバシー保護などIoTを導入するにあたって気をつけるべき法律	各国の航空法、電気通信事業法、各国の通信関連法律、製造業関連の法律	3	3	2	2	2	1
	ライセンス、知的財産	IoTに関する製品を開発および販売した場合に取得すべき認可、他者のデバイスを製品に組み込んだ場合の製造者責任などに関する製造関連の法律	GPL、MITライセンス、Apacheライセンス、オープンデータ	3	3	2	2	2	1
ネットワーク	データ送信プロトコル	データ送信を行う場合に利用するプロトコルの概要と特性	HTTP, HTTPS, MQTT, WebSocket, AMQP, CoAP	1	2	2	4	3	1
	WAN(インターネット接続)	IoTデバイスをインターネットに接続させる場合の通信方式	Wifi, PHS, LTE, 4G, 3G, 衛星通信, VPN	1	2	2	4	3	1
	PAN(Personal Area Network)	IoTデバイスから無線通信を使ってデータの送受信を行う場合に考えられる通信方式やプロトコル	Bluetooth, BLE, Wi-Fi, Zigbee, NFC, Wi-SUN, 6LoWPAN, WSN, IEEE802.15.4	1	2	2	4	3	1
デバイス	制御装置	デバイス開発で利用できる小型制御装置マイコン及びシングルボードコンピュータ	Arduino, Raspberry Pi	1	2	2	3	4	2
	電子工学	センサから情報を取得するためのセンサ回路を開発するにあたって必要な電子部品	抵抗、コンデンサ、トランジスタ、ダイオード、LED、モータ、アクチュエータ、ソレノイド	1	2	2	3	4	2
	センサ技術	IoTで目的とするデータを得るために活用できるセンサ	温度センサ、湿度センサ、圧力センサ、ジャイロセンサ、画像センサ、光センサ、加速度センサ、地磁気センサ、GPS	1	2	2	3	4	2
プラットフォーム	スマートフォン	IoTにおけるスマートフォン	iBeacon, GPS, UUID, HomeKit	1	2	2	3	4	2
	クラウド	IoTプラットフォームにおけるクラウド	仮想環境、KVM、ロードバランサ、Apache, OpenStack, CloudStack, SaaS, PaaS, IaaS	1	2	2	4	3	1
	分散処理	データの分析処理を複数のコンピュータで同時に行うための分散処理システム	分散バッチ処理、Apache Hadoop, Apache Spark, ストリーム処理、Apache Storm	1	2	2	4	3	1
データ分析	データ処理	プログラムを使ってデータ処理を行うための開発	REST, JSON, Python, JavaScript, node.js, XML, R, PostgreSQL, C, メモリデータベース	1	2	2	4	3	1
	データベース	IoTで利用するリレーショナルデータベースおよびNoSQLデータベース	RDBMS, NoSQLデータベース、メモリデータベース、キーバリュ型データベース、ドキュメント指向型データベース、カラム指向型データベース、グラフデータベース、分散データベース	1	2	3	4	3	2
	機械学習および人工知能	機械学習及びIoTでデータを分析する際に用いられるアルゴリズム	教師あり学習、教師なし学習、強化学習、決定木、ニューラルネットワーク、サポートベクトルマシン、遺伝的アルゴリズム、クラスターリング、ベイジアンネットワーク	1	2	3	4	3	2
セキュリティ	暗号化	データ送信に関して暗号化を行うための仕組み及び注意点	公開鍵暗号化方式、共通鍵暗号化方式、SSL、SSH、暗号方式(RSA、ECC、AES)	2	2	3	4	3	2
	攻撃対策	外部からのシステムやIoTデバイスへの攻撃の種類及び対策	DoS、DDoS、SQLインジェクション、サイドチャネル攻撃、トロイの木馬	2	2	3	4	3	2
	認証技術	IoTデバイスなどに対する不正アクセスやなりすましを防ぐために行うべき認証技術	パスワード認証、2要素認証、リスクベース認証、トークン、ホワットリスト型認証	2	2	3	4	3	2
	監視・運用	IoTプラットフォームやデバイスの安全な管理運用	SSH、SNMP、改ざん検知、侵入検知、パケットフィルタリング、セキュアOS、NTP、Syslog、統合ログ管理	2	2	3	4	3	2

図 5-4 人材タイプ、人材像、スキル標準

出所:福澤ら[5]より。

表 5-3 スキルレベル

スキルレベル	
1	基礎知識として有している
2	IoTスキルを実践するための基本的な知識として有している
3	応用知識を有し、アドバイスのもと実践できる
4	高度な知識を有し、単独で実践できる
5	実践経験があり、後進者への指示指導や育成ができる

出所:福澤ら[5]より.

5.6.2 必要工数の先行研究 Review による課題抽出

必要工数に関する先行研究を Review した.

IPA[12]によると, 開発規模に対する各種ベンチマークが実施されている. しかし全体開発規模に対する簡易的な工数指標はなく, プロジェクトの定量管理が弱い発注者が簡易的に使用するには課題が残ると考える.

5.7 本研究の新規性と独自性

人材を確保する時に, その人材をどの程度プロジェクトに投入するかを目安となる工数確保のガイドラインがあれば, 必要人材が確保しやすくなると考える.

筆者は, 工数確保のガイドライン策定に際して, 特に重要なプロセスに焦点をあてた. 特に重要なプロセスに焦点をあてる事により, 問題解決を効果的に図る事を意図している. 超上流プロセスは, これら重要度の高い人材が担当するプロセスである (図 5-3) ことから, 超上流プロセスを特に重要なプロセスと位置づける. 重要プロセスに対して投入すべき工数を算出する簡易的なガイドラインを新規に設定し, 活用する事により, 必要人材を必要工数割り当てられるよう経営者を説得する材料とできる. そこで, 本研究にて「超上流プロセスに必要な工数ガイドライン」を新規に考案した. これにより, 超上流プロセスである「要件定義」に必要な工数確保を目指す.

5.8 必要工数確保のガイドライン

5.8.1 ガイドライン導出方法

前述の 5.5 章で述べたように問題プロジェクトの原因のうち, 上位を占めているのが超上流プロセスでの問題点である. このことから, システム導入において, 超上流プロセス (要件定義) が特に重要である. また, IPA[6]によると「要件定義は発注者の責任である」と述べている. 重要な工程である「要件定義」の工数ガイドラインを発注者又はユーザ部門に示すことで, 必要な人材及び工数を確保し, 失敗の確率を減らす事ができると考える.

超上流プロセスに必要な人材は, 「エグゼクティブ, コーディネータ, アーキテクト」である (表 5-2, 図 5-3). 導入する IT システムに必要な分野, 項目をスキル標準 (表 5-3, 図 5-4) [5]から抜き出し, 必要人材を揃える.

超上流プロセスでは, コーディネータのみならずエグゼクティブ, アーキテクトの参画も重要である. それぞれの人材が, 表 5-2 に示す役割を果たす事により, 経営戦略を実現する IT システム導入の成功確率が上

がると考える。この人材を揃えたうえで、その役割を果たすのに必要な「要件定義の工数ガイドライン」を次の手順にて定義した。

- ①開発に占める要件定義の工数比
- ②全体の工期と全体工数の関係
- ③全体工期と要件定義の工数算出

これにより概算工期から要件定義必要工数のガイドラインを算出できる。

5.8.2 開発に占める要件定義の工数比

開発に占める各工数比を調査した。ソフトウェア開発データ白書[13]によると、開発を要件定義、開発5工程（基本設計、詳細設計、製作、結合テスト、統合テスト）に分けると工数比は図5-5に示すようになる。

新規開発では超上流プロセス（要件定義）は全体工期の約10%(平均)を占めている。

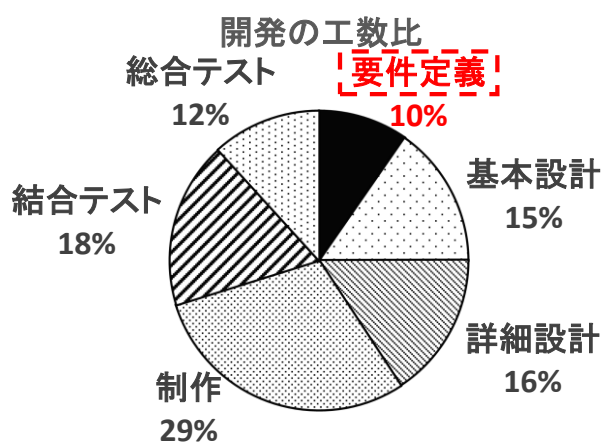


図 5-5 開発の各工数の割合

出所:ソフトウェア開発データ白書[13]より筆者作成。

改良開発、再開発も新規開発と同様に、工数では全体の約10%を占めている（表5-4）。

表 5-4 開発種別の要件定義工数の割合

	要件定義工数比(平均)	N数
新規開発	9.7%	177
改良開発	10.1%	218
再開発	11.5%	27

出所:ソフトウェア開発データ白書[13]より筆者作成。

要件定義の工数比について、過去 10 年分のソフトウェア開発白書[7]～[11][13]を調査したところ、要件定義の工数比率は、新規開発及び改良開発共に 10%前後の数値で、ほぼ一定であった(表 5-5, 図 5-6)。

表 5-5 年次別工数に占める要件定義の割合

年度	2009	2010-2011	2012-2013	2014-2015	2016-2017	2018-2019
要件定義工数比(新規)	10.1%	9.8%	9.8%	10.0%	9.8%	9.7%
要件定義工数比(改良)	9.8%	9.6%	9.5%	9.5%	9.6%	10.1%
N数新規	232	260	322	372	442	177
N数改良	205	234	318	375	451	218

出所:ソフトウェア開発データ白書[7]～[11][13]より筆者作成.

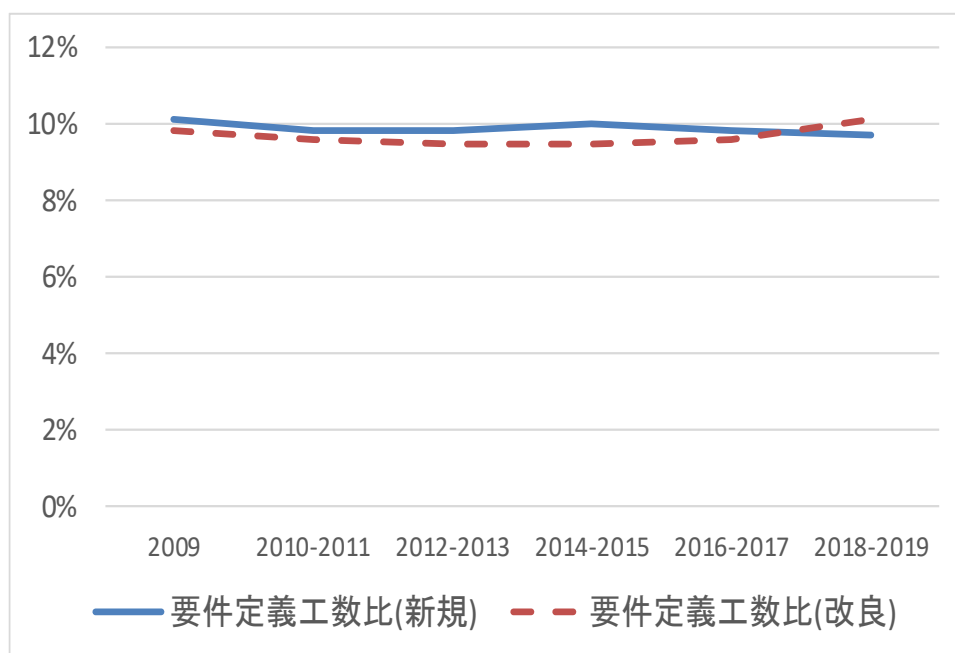


図 5-6 年次別工数に占める要件定義の割合

出所:ソフトウェア開発データ白書[7]～[11][13]より筆者作成.

日経コンピュータ[3]によると、「一般に要件定義の工数を 1 とした場合、プロジェクト全体工数が 10 になるよう配分するのが妥当だ」と指摘しており、上記のソフトウェア開発データ白書の数値と良い一致を得ている。

5.8.3 プロジェクト全体工期と、全体工数の関係

プロジェクトの実績工数と開発規模（月数）は図 5-7 のようにプロットされ、その平均は、ソフトウェア開発データ白書[13]より式(1)が示されている。

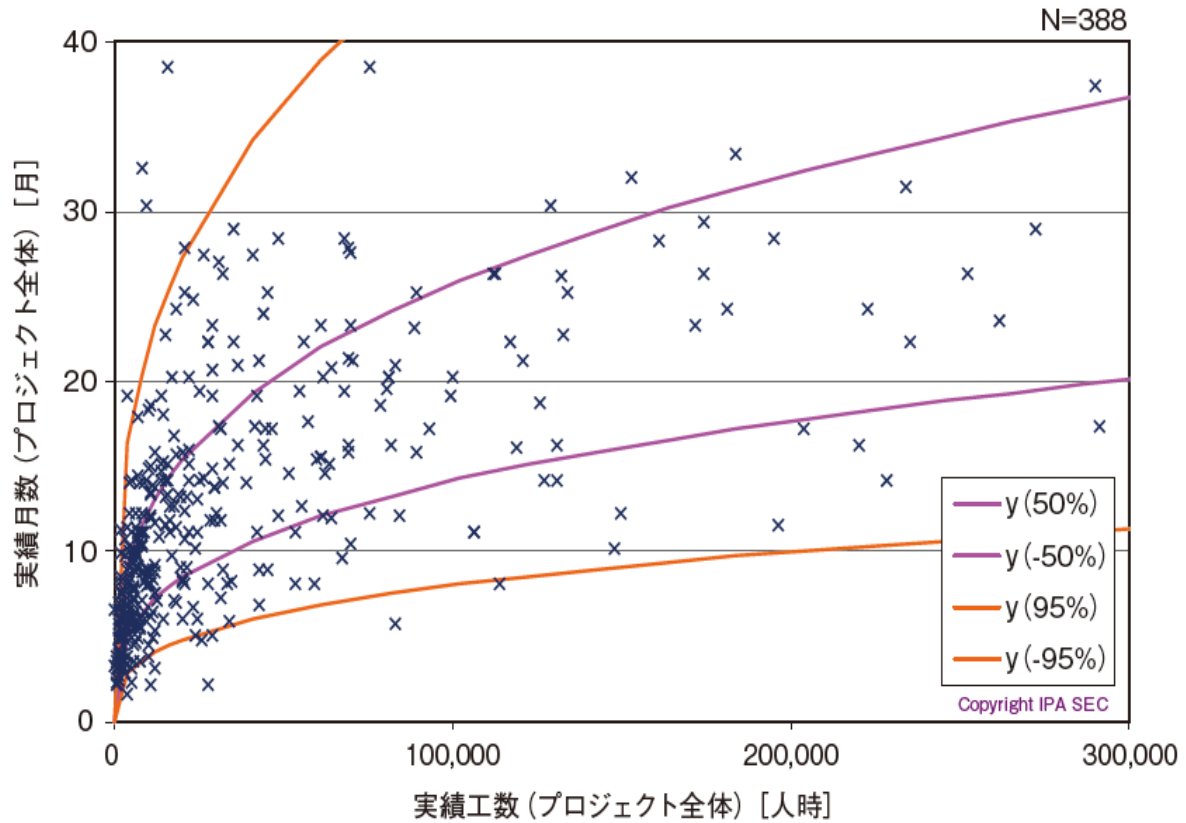


図 5-7 プロジェクトの月数と工数

出所:ソフトウェア開発データ白書[13]より.

$$\text{工期} = A \cdot (\text{工数})^B \quad \text{式(1)}$$

$$A=0.48, \quad B=0.32 \quad (R=0.73, \quad N=388)$$

出所:ソフトウェア開発データ白書[13]より.

5.8.4 概算工数ガイドラインの考案

これら既出のデータより，工期から重要プロセスの必要工数を簡易に算出する式を導出し，ガイドラインとする．プロジェクト全体工期である開発規模（月数）より開発全体工数の平均は式(1)及び図 5-7 のグラフの逆関数をとる事により，式(2)へ導出できる．

$$\text{開発全体工数} = \left(\frac{\text{工期}}{A} \right)^{\frac{1}{B}}$$

$$A=0.48, \quad B=0.32$$

以降，開発全体工数を「工数」と表示する．

$$\text{工期} = A \cdot (\text{工数})^B$$

$$\frac{\text{工期}}{A} = (\text{工数})^B$$

$$\text{工数} = \left(\frac{\text{工期}}{A} \right)^{\frac{1}{B}} \quad \text{式(2)}$$

出所:ソフトウェア開発データ白書[13]より筆者算出．

前記の「開発に占める要件定義の工数比（表 5-4）」と「工数（開発全体工数）（式 2）」との掛け合わせにより，超上流プロセス（要件定義）にかかる工数（人時）の平均を算出したものが式(3)及び図 5-8 グラフである．

$$\text{超上流プロセス工数} = \text{工数比} \cdot \left(\frac{\text{工期}}{A} \right)^{\frac{1}{B}}$$

$$A=0.48, \quad B=0.32, \quad \text{工数比}=0.097$$

$$(R=0.73, \quad N=388)$$

式(3)

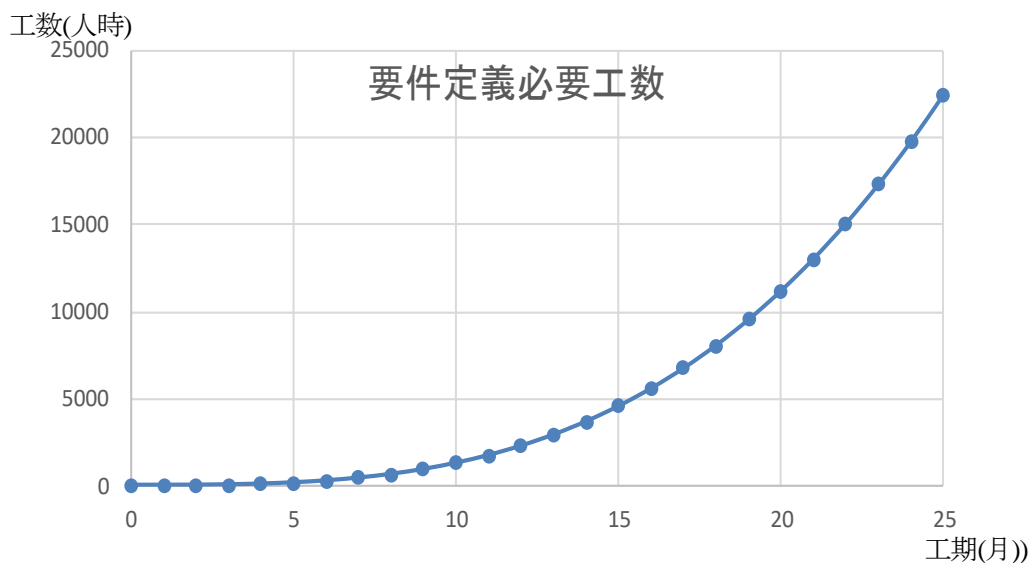


図 5-8 超上流プロセス必要工数ガイドライン

この概算工期から算出した式(3)及び図 5-8 を，全体開発規模に対する簡単な工数指標として用いることができる。

本工数指標（式 3，図 5-8）を，「人材タイプ，人材像，スキル標準」[5]（表 5-3，図 5-4）と組み合わせることにより，「超上流プロセスに必要な工数ガイドライン」に最適と考える。プロジェクトの定量管理が弱い発注者でも簡易的に使用できるガイドラインとできる。

5.9 おわりに

本研究にて，情報システム導入が失敗する原因と課題のうち，重要であるとする「必要な人材と工数が確保されない」の課題解決のために，「工数」について「超上流プロセスに必要な工数ガイドライン」を本研究にて新規に考案した。このガイドライン活用により，重要工程に必要な概算工数が簡易的に算出可能となり，重要工程での必要人材の適切な工数確保に繋がる。適切な工数確保により「人材タイプ，人材像，スキル標準」[5]を，より効果的に発揮できると考える。

参考文献（第 5 章）

- [1] 繁友良太，福澤和久，石井成美:「経営戦略と開発プロセスを結ぶ超上流プロセス有効化への一考察」，日本経営システム学会誌，Vol.36, No.2, pp.167-172（2019）。
- [2] 繁友良太，福澤和久，石井成美:「経営戦略実現のための IT 経営プロセスモデルの有効化」，日本生産管理学会論文誌，Vol 27, No. 1, pp.107-112（2020）。
- [3] 西村崇，斉藤壮司，田中淳:「半数が失敗」，日経コンピュータ 2018.3.1，pp.26-47（2018）。
- [4] 室谷隆:『共通フレーム 2013 の概説』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2013）。
- [5] 福澤和久，石井成美:「付加価値創造プロセスを実行できる IoT 人材スキル標準定義」，標準化研究学会論文誌，第 17 巻 1 号 pp27-50(2019)。
- [6] 『経営者が参画する要求品質の確保 第二版』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2006）。
- [7] 『ソフトウェア開発データ白書 2009』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2009）。
- [8] 『ソフトウェア開発データ白書 2010-2011』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2011）。
- [9] 『ソフトウェア開発データ白書 2012-2013』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2012）。
- [10] 『ソフトウェア開発データ白書 2014-2015』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2014）。
- [11] 『ソフトウェア開発データ白書 2016-2017』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2016）。
- [12] 『統計指標に基づく品質マネジメント実践集』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2016）。
- [13] 『ソフトウェア開発データ白書 2018-2019』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2018）。
- [14] 『IT 人材白書 2018』，独立行政法人情報処理推進機構(IPA)（2018）。
- [15] 「成功率は 31.1%」，日経コンピュータ 2008.12.1，pp.38-53（2008）。

第6章 運用のガイドラインおよびチェックリスト

6.1 はじめに

6.1.1 背景

昨今 IoT（Internet of Things）、ICT（Information and Communication Technology）活用の重要性が増している。ビッグデータ活用による新規ビジネス、企業内の生産性の改善に大きな需要があり、情報システム企画の重要性は更に増している。

しかしながら、情報システムの導入は、未だに 50%程度が失敗とのデータ[4]があり、円滑な導入が進まないケースが多い。

筆者らは、その原因の一つとして「運用が適切にされない」ことを挙げている[2]。

6.1.2 研究の目的

本研究の目的は、この原因に対する課題解決のために、利用者の「情報システム運用」に着目した運用のチェックポイント作成方法を「IT システム運用のガイドライン」として提案することである。

6.2 情報システム導入の現状

日経コンピュータ 2018[4]の調査によると、プロジェクトマネジメントの進んだ近年においても、情報システム導入／刷新プロジェクトの 47.2%が失敗との調査結果が示されている。これは、2008 年の調査時の 68.9%[8]よりも改善されているものの、成功率は依然高い水準とは言えないことを示している[2]。

6.3 問題点及び解決策の提言

筆者らは、問題プロジェクトの原因を 3つの問題に大別し、それぞれ解決策を提言した[2]。

①要件が適切に設定されない

→要件定義品質確保のチェックポイント活用

②必要な人材と工数が確保されない

→必要人材及び工数確保のガイドライン制定

③運用が適切にされない（利用者）

→運用状況チェックポイント活用，組織体制

本研究では、前記課題のうち、「③運用が適切にされない（利用者）」についての解決策を述べる。日経コンピュータ[4]では、問題プロジェクトの原因として「エンドユーザーへの教育が不十分」と挙げられている（表 5-1）ように、情報システムの現場での運用に際して、適切な教育や監視が行き届いておらず、運用されない問題があると考える。

そこで、この課題に対応する解決策として筆者は「運用状況のチェックポイント活用，組織体制」を提案する。この解決策により教育や監視を、要点を絞って確実に実施する事により、情報システムが適切に運用されるようにする事を目的にしている。

運用状況チェックポイントについては、そもそもシステムの運用が経営目標の達成に対して、期待される水準で活用されているかを確認する事が重要である。運用しているプロセスに課された役割に重点をおいて

教育なされているかを絞り込んだチェックポイントを作成し、改善する。運用チェックポイント作成方法の詳細は後述する。

組織体制については、対応人材の配置が重要と考える。福澤らは、情報システム導入及び運用の各プロセスと、その対応人材を図 6-1 のように定義している[6]。各人材像と役割の概要を表 5-2 に定義しており、運用プロセスを担うのは「アドミニストレータ」である。運用状況をもとに「改善プロセス」が回り、改善プロセスには「コーディネータ」も含まれている。「コーディネータ」の存在により、戦略フィードバックが働き、経営目標に対して適切に運用されることが分かり、その差異に対して迅速に対策を打つことができる。「コーディネータ」として超上流工程の担当者が参画する組織体制の策定により「経営企画プロセス」と「運用プロセス」間の連携を強化できる[2]。なお各人材のスキル標準は、表 5-3、図 5-4 のように定義されている[6]。

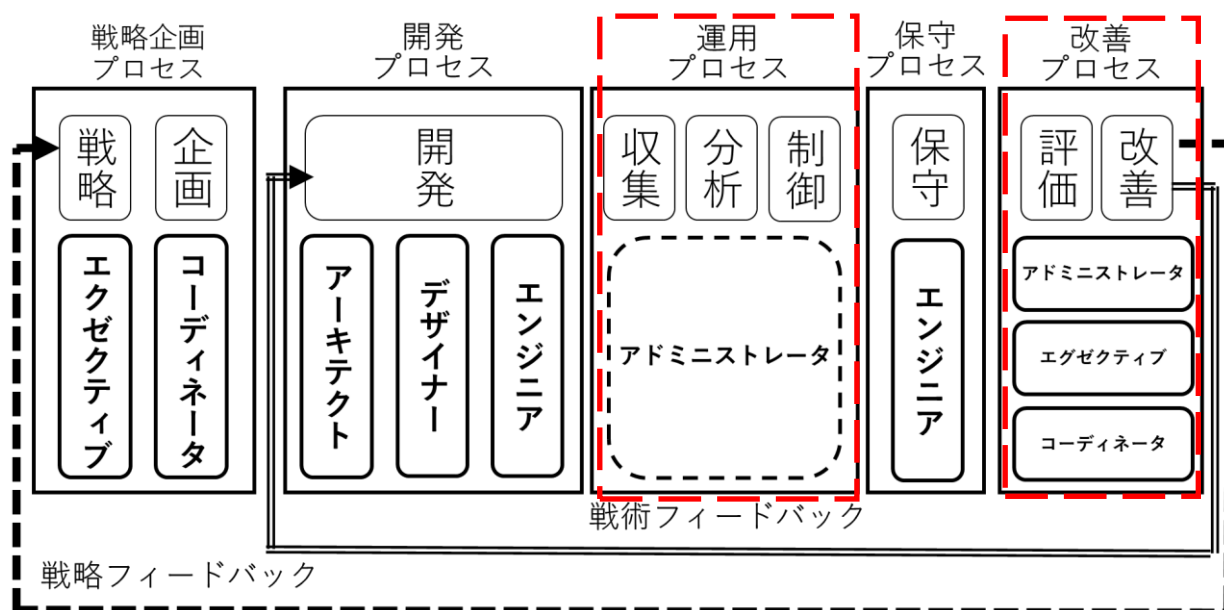


図 6-1 付加価値創造 IoT プロセスと必要人材

出所:福澤ら[5]より筆者加筆。

6.4 運用のチェックリストに関わる先行研究

運用及び運用のチェックリストに関わる先行研究を調査した。IPA[7]によると、『つながる世界のチェックリスト』にて運用のチェックポイントが示されている（表 6-1）。表 6-1 には、各視点におけるチェック項目が記されている。

表 6-1 つながる世界の品質確保チェックリスト

活動		品質の確保、維持・改善の視点	考慮ポイントとチェック項目
運用マネジメント	IoTの品質を維持・改善するための運用計画立案	【視点11】運用中の環境変化による影響やリスクを想定する	【11-1】運用期間において品質を維持するための計画を策定する
			① リリース後の変化要素の洗い出し
			11-1-1-1 リリース後に起こり得る様々な変化要素を網羅的に洗い出しているか？
			11-1-1-2 システム更新時や新たなシステム連携時に脅威分析をやり直すことを計画しているか？
			② 定期的な品質の確認・点検作業の計画
			11-1-2-1 リリース後の変化要素を考慮して、品質を維持するための運用計画を立てているか？
			11-1-2-2 その運用計画に対してリスクを網羅的に検討し、リスク対策の妥当性を確認しているか？
			③ 不具合の発生などを想定した対応プロセスの確立
			11-1-3-1 リリース後の不具合などの発生に対して、迅速に対応できるプロセスが確立できているか？
			④ 情報公開やクレーム対応
			11-1-4-1 情報公開請求やクレームに関して、対応プロセスとエスカレーションのルールを決めているか？
			【11-2】利用者視点で運用品質が維持されているかを評価する
			① 運用品質の評価項目の抽出と評価基準の策定
			11-2-1-1 運用品質に関わる事項を洗い出し、それらの事項を評価するための基準が出来ているか？
運用実施	長期利用での品質維持と改善	【視点12】運用中の環境変化を捉え、品質が維持されているか確認する	【12-1】リリース後の利用環境の変化と脆弱性などの技術情報を把握する
			① 利用環境の変化の把握と対処
			12-1-1-1 想定外の利用者や機器の接続が無いことを確認しているか？
			12-1-1-2 IoT機器のEoLや連携サービスの停止・終了、経年変化による性能の劣化などが起きていないことを確認しているか？
			12-1-1-3 OSSを含むソフトウェア修正情報の有無の確認と最新版に維持されていることを確認しているか？
			12-1-1-4 つながる相手に異常を起こす要因を、自ら発生させていないか確認しているか？
			② 技術情報の変化の把握と対処
			12-1-2-1 OSSを含むソフトウェアの更新情報や脆弱性情報を定期的に確認しているか？
			12-1-2-2 プライバシー保護などの法規制（国内外）の変化を定期的に確認しているか？
			【12-2】利用者が直接利用する機能と安全安心に係わる機能が維持されているかを確認する
			① 利用者に提供している機能・性能の確認
			12-2-1-1 本来、利用者に約束している機能や性能が満足できる状況にあることを確認しているか？
			12-2-1-2 セキュリティ攻撃やIoT機器の故障などが起きていないことを確認しているか？
			12-2-1-3 IDやパスワードをデフォルトのまま利用しないよう促していることを確認しているか？
			② 安全安心に係わる機能の確認
			12-2-2-1 障害監視機能、ログ収集機能、ウイルス対策機能、診断機能、縮退機能、停止機能などについて、定期的に正常動作を確認しているか？
			12-2-2-2 システム更新時や他システムとの連携時に脆弱性の有無を確認しているか？
	ソフトウェアの更新時はつながる相手への影響を確認する	【視点13】ソフトウェアの更新時はつながる相手への影響を確認する	【13-1】ソフトウェアの更新時は接続相手の性能などに影響を与えない適用手順であることを確認する
			① 接続相手への影響確認
			13-1-1-1 通信プロトコルの更新や追加時に当該利用環境での利用者への影響を確認しているか？
			13-1-1-2 つながる相手との処理性能の差の拡大による影響など、性能に着目した確認を実施しているか？
			② 多数台つながっている場合の影響確認
			13-1-2-1 多数台同時にソフトウェア更新データを配信する時に通信路の帯域性能の影響を確認しているか？
			13-1-2-2 適用の手順を事前に確認し、適用要員のスキルや理解度に問題がないことを確認しているか？
			③ アップデート失敗への考慮
			13-1-3-1 アップデートの失敗や動作が不安定になった場合の回復手順を事前確認しているか？
			④ 運用手順の訓練
			13-1-4-1 品質を維持するための運用手順に関して、定期的な実施訓練と見直しを実施しているか？

出所：つながる世界のソフトウェア品質ガイド[7]より

また、『中小規模向け IoT 品質確認チェックリスト』にても運用のチェックポイントが示されている（表 6-2）[7]。表 6-2 には、各フェーズにおけるチェック内容が記されている（運用に関わる部分のみ抜粋）。

表 6-2 中小規模向け IoT 品質確認チェックリスト

	No.	チェック内容	チェック欄
運用計画	(20)	運用の計画	運用中に起こり得るシステムの機能や性能を劣化させる事項を予測し、それらの発生を把握するような監視方法と発生時の対応プロセスを決めていますか？
	(21)	運用品質の評価	機能や性能が利用者の視点で目標を達成できているか評価し、評価結果を関係者と共有し、開発にフィードバックするプロセスを決めていますか？
運用実施	(22)	利用環境の変化と技術情報の把握	リリース後の利用環境の変化や最新の技術情報を把握し、対応していますか？
	(23)	利用者の安全安心に関わる機能の維持	利用者が利用する機能と安全安心に関する機能が正常に維持できていることを、確認していますか？
	(24)	ソフトウェア更新	ソフトウェアの更新時は、接続先システムに影響を与えないことを確認していますか？

出所：つながる世界のソフトウェア品質ガイド[7]より

当該チェックリスト（表 6-1、表 6-2）には、それぞれ非常に重要なチェックポイントが記載されており、確認せねばならない。しかし、経営目標との繋がりに着目したアプローチでの運用に関するチェックポイントは少ない。

運用状況のチェックポイントとしては、その運用が経営目標達成に貢献しているかが重要である。経営目標と各作業の俯瞰的な把握については、福澤ら[5]が提案している「付加価値創造マップ」が有効と考える

（図 6-2）。付加価値創造マップとは、経営戦略／事業戦略と業務プロセスの紐づけを見える化するものであり、経営戦略／事業戦略からシステムの要件への落とし込み及び明確化が期待できる [5]。技術経営における付加価値創造の要素は、「価値創造」と「価値獲得」に大別できる。価値創造は更に「技術・商品価値創造」と「価値創造プロセス」に分けられる[9]。付加価値創造マップは、この要素に対応する付加価値を表の左に洗い出し、ブレイクダウンした各作業との関連を示したものである。この付加価値創造マップを活用して経営戦略／事業戦略を業務プロセス及びシステム化の要件と紐づける。

MOT	付加価値創造の3要素	付加価値創造		IoTによる価値創造	商品企画プロセス						
					要求・仕様の定義	自社・他社比較	製品バリエーション定義	モジュール定義	制約条件定義	設計BOM展開	受注仕様入力
価値	技術・商品価値創造	顧客ニーズへの合致	収集	保守サービス連携	○						
			分析	保守サービス	○						○
				保守診断コスト分析	○						○
			制御	保守サービス	○						
				保守診断コスト分析	○						
		革新的な機能	収集	保守サービス連携	○		○				
				設備稼働情報			○				
				故障障害監視			○				
				オペレーター監視			○				
			分析	保守サービス	○		○				
				稼働分析			○				
				保守診断コスト	○						
				稼働分析			○				
				故障診断			○				
				オペレータースキル分析			○				

図 6-2 IoT 付加価値創造マップ

出所:福澤ら[5]より抜粋

6.5 本研究の独自性

福澤ら[6]が、各プロセスについての必要な人材と役割、及びスキル標準を提案している（表 5-2, 表 5-3, 図 5-4）。そこで定義されている運用に関わるプロセスは、「運用プロセス」及び「改善プロセス」であり、必要な人材は「アドミニストレータ」と「コーディネータ」である。福澤ら[6]の報告では、人材像及び必要なスキルについて明示されている。しかし情報システムが正しく運用されているかを確認する時に、何に重点をおいて確認するべきかの詳細な確認内容の明確化までは、述べていない。

また、福澤ら[5]は「付加価値創造マップ」を提案している。「付加価値創造マップ」は、経営目標と各作業の俯瞰的な把握について有効であり、対象工程の運用が何に寄与するかが把握しやすい。しかし、運用状況を確認する目的で使用する場合には、具体的にどのような基準で適切に運用されているかを確認するチェックポイントの明確化に改善の余地がある。

本研究の独自性は、運用におけるチェックポイントを「運用チェックリスト」にて明確化し、更に付加価値創造マップと組み合わせてチェックポイントを絞り込む方法を「IT システム運用のガイドライン」として提供する事である。本方法により、経営目標達成に対して、運用状況を効果的な確認する事が期待でき、問題が有る場合は早期の発見／改善に繋がる。

6.6 チェックポイントの絞り込み

運用状況のチェックポイントとしては、その運用が経営目標達成に貢献しているかが重要である。

経営目標と各作業の俯瞰的な把握については、福澤ら[5]が提案している「付加価値創造マップ」を用いる（図 6-2）。

アドミニストレータは、対応している各プロセスに対して、経営目標を達成するためのどの施策に貢献しているか、付加価値創造マップにて確認することにより、効果的な運用チェックを実施する事ができる。

アドミニストレータは、表 6-3 の運用チェックリストより、自工程に必要な部分のみ抜き出し、確認結果と評価を記す。これを、コーディネータと共に確認して改善要否を判断し、戦略的フィードバックに反映する。

表 6-3 運用チェックリスト

経営戦略											
対象施策											
対象工程											
MOT	付加価値創造の3要素	収集	分析	制御	チェックポイント			確認結果		評価	改善
共通事項		○			収集に計画以上の手間がかかり過ぎていないか？			計画値：	確認値：		
		○			収集に対し適切な教育はなされていたか？						
			◎		分析に計画以上の手間がかかり過ぎていないか？			計画値：	確認値：		
			◎		分析に対し適切な教育はなされていたか？						
				●	タイムリに必要な情報がそろっているか？						
				●	制御、意思決定に対する適切な教育はなされたか？						
価値創造	技術・商品価値創造	顧客ニーズへの合致	○		顧客ニーズ合致に繋がる付加価値を生む対象情報を収集できているか。						
				◎	顧客ニーズの把握の分析結果から、必要な技術、新商品を予測する分析ができていますか？						
					●	顧客ニーズと技術情報の分析結果が、新商品機能の優先順位の意思決定に寄与しているか。					
		革新的な機能	○		革新的な機能（施策）に寄与する情報が収集できているか？						
				◎	革新的な機能（施策）に寄与する分析が提供できているか？						
					●	分析した情報を用いて、適切な制御又は意思決定ができていますか？					
(価値創造)	価値創造プロセス	品質	○		品質確保に必要なデータを、必要な時に十分な精度で収集できているか？収集に過剰な手間がかかっているか？						
				◎	品質確保に寄与する分析が提供できているか？						
					●	分析した情報を用いて、品質確保／向上に対する適切な制御又は意思決定ができていますか？					
		コスト	○		コスト分析に必要なデータを、必要な時に十分な精度で収集できているか？						
				◎	コスト削減、適正化に寄与する分析が提供できているか？						
					●	分析した情報を用いて、コスト削減、適正化に対する適切な制御又は意思決定ができていますか？					
		スピード	○		スピードに必要なデータを、必要な時に十分な精度で収集できているか？						
				◎	リードタイム適正化等、スピードに必要なデータを、必要な時に十分な精度で収集できているか？						
					●	分析した情報を用いて、リードタイム適正化等、スピードに対する適切な制御又は意思決定ができていますか？					
価値獲得	事業価値創造	差別化、独自性	○		差別化に必要なデータを、必要な時に十分な精度で収集できているか？						
				◎	他社や他製品に対する差別化に寄与する分析が提供できているか？						
					●	分析した情報を用いて、他社や他製品に対する差別化をはかる（独自性を出す）制御又は意思決定ができていますか？					
		儲けの仕組み	○		儲けの仕組み構築、運用に必要なデータを、必要な時に十分な精度で収集できているか？						
				◎	儲けの仕組み構築に寄与する分析が提供できているか？						
					●	分析した情報を用いて、設けの仕組み構築／改善をはかる制御又は意思決定ができていますか？					

有効に機能していない施策について、適宜付加価値創造マップにてその重要性を確認し、教育等の必要な改善を加える事により効率的かつ効果的なシステム運用が期待できると考える。付加価値創造マップの使用には教育が必要となるが、その教育には石井ら[1]の人材育成プログラムが有効と考える。

6.7 運用チェックポイントの作成方法

前述にて作成済みの「付加価値創造マップ」の横軸／縦軸から、運用のチェックポイント施策毎／工程毎をそれぞれ作成する。付加価値創造マップの縦軸には、取り組むべき施策が記載されており、横軸には製品を製造するための各工程が記載されている。各施策が、どの工程にて情報の「収集」「分析」「制御」に関わっているかがプロットされている（図 6-3）。

経営課題			MOT	付加価値創造の3要素		取り組みべき施策	IoT			受注フェーズ						製造準備フェーズ						検査部門 Design Review
新たな価値の創造	信頼される製品提供	活人					収集○◎●	分析◎	制御●	営業／設計部門				営業／設計部門		製造部門						
										提案活動	要求一仕様の確認	自社・他社比較	技術検討	提案価格決定	受注	詳細設計	Design Review	試作工程検討	量産工程設定	Design Review	木型作製	
	○		技術・商品価値創造	顧客ニーズへの合致	顧客仕様理解の迅速化	○	◎	●		◎●			●							◎●		
	○				仕様の技術的実現性判断迅速化	○	◎	●		●		◎		◎			○	☆IT以外		◎●		
	○				製造能力実現性判断迅速化	○	◎	●		●		◎	●			☆IT以外	○◎●		○◎●	◎●		
					新素材の開発																	
					新規製品売り込み																	
				優れた技術とノウハウ形式知化																		
	○			価値創造プロセス	品質	測定データ信頼性向上	○	◎	●					●	●	●		●				
						非認定作業者排除																
						非認定検査員排除			●													
						検査能力の正確な把握																
	○		情報一元管理による部門連携			○	◎	●						●	●					◎●		
	○		コスト		工程能力の正確な把握	○	◎	●					●									
	○				情報一元管理による部門連携	○	◎	●					●	○◎								
					試作回数減による費用削減																	
	○				工程能力把握によるボトルネック排除	○	◎	●						◎●		○	○	○	○			
	○				情報一元管理による部門連携	○	◎	●						◎●	○	●						
				試作回数削減による期間短縮																		
				設計問題点の早期発見																		

図 6-3 IoT 付加価値創造マップ

出所:筆者ら[3]より抜粋，加筆

縦軸のチェックポイントは、工程ごとに関連する施策を記載し、運用ができている事を確認する。横軸のチェックポイントは、施策ごとに各対応工程にて必要な情報が「収集」「分析」「制御」されているかを確認し、過不足なく施策に有効に働いているかを確認する（表 6-3）。

縦軸は、主にアドミニストレータが、横軸のチェックポイントは、主にコーディネータがチェックポイントの有効性を確認する。

有効に機能していない施策について、適宜付加価値創造マップにてその重要性を確認し、教育等の必要な改善を加える事により効率的かつ効果的なシステム運用が期待できると考える。

6.8 施策毎のチェックポイント抽出方法詳細

横軸のチェックポイントは、施策ごとに各対応工程にて必要な情報を確認する。表 6-3 の運用チェックリストより、当該施策に必要な部分のみ抜き出す方法は、以下の手順である。

- (ア) 当該施策が、何の経営目標に紐づけられているかを、付加価値創造マップ（図 6-3）より確認し、運用チェックリスト（表 6-3）の「経営戦略」に記載する。
- (イ) 当該施策と関連する施策、工程を付加価値創造マップ（図 6-3）より確認し、運用チェックリスト（表 6-3）の「対象施策」「対象工程」に記載する。
- (ウ) 当該施策が、付加価値創造の 3 要素のどれに相当するかを付加価値創造マップ（図 6-3）より確認し、運用チェックリスト（表 6-3）の付加価値創造の 3 要素に該当する部分のみを抜き出す（又はハイライトする）。
- (エ) 当該施策が、情報の「収集」「分析」「制御」のどれに該当するかを付加価値創造マップ（図 6-3）より確認し、運用チェックリスト（表 6-3）の「収集」「分析」「制御」に該当する部分のみを抜き出す（又はハイライトする）。
- (オ) 運用チェックリストが複数工程に跨ってわかり難い場合は、工程毎にチェックリストを作成するか、表の右に対象工程の列を挿入する。

6.9 工程毎のチェックポイント抽出方法詳細

縦軸のチェックポイントは、工程ごとに各施策にて必要な情報を確認する。表 6-3 の運用チェックリストより、当該工程に必要な部分のみ抜き出す方法は、以下の手順である。

- (ア) 当該工程に対応している施策が、何の経営目標に紐づけられているかを、付加価値創造マップ（図 6-3）より確認し、運用チェックリスト（表 6-3）の「経営戦略」に記載する。
- (イ) 当該工程を運用チェックリスト（表 6-3）の「対象工程」に記載する。また、当該工程と関連する施策を付加価値創造マップ（図 6-3）より確認し、「対象施策」に記載する。
- (ウ) 当該工程に対応している施策が、付加価値創造の 3 要素のどれに相当するかを付加価値創造マップ（図 6-3）より確認し、運用チェックリスト（表 6-3）の付加価値創造の 3 要素に該当する部分のみを抜き出す（又はハイライトする）。
- (エ) 当該工程が、情報の「収集」「分析」「制御」のどれに該当するかを付加価値創造マップ（図 6-3）より確認し、運用チェックリスト（表 6-3）の「収集」「分析」「制御」に該当する部分のみを抜き出す（又はハイライトする）。
- (オ) 運用チェックリストが複数施策に跨ってわかり難い場合は、施策毎にチェックリストを作成するか、表の右に対象施策の列を挿入する。

6.10 おわりに

本研究にて述べた付加価値創造マップを活用した運用チェックポイント作成方法を「IT システム運用のガイドライン」として提案する。本ガイドラインの活用により課題解決の一助とできると考える。

参考文献（第6章）

- [1] 石井成美, 福澤和久, 繁友良太, :「IoT経営を实践できる人材育成プログラムの考察」, 日本生産管理学会論文誌 Vol.26, No.2, pp.47-52 (2019) .
- [2] 繁友良太, 福澤和久, 石井成美:「経営戦略实现のための IT 経営プロセスモデルの有効化」, 日本生産管理学会論文誌, Vol 27, No. 1, pp.107-112 (2020) .
- [3] 繁友良太, 石井成美, 福澤和久:「IT システム導入に関する人材育成プログラムの試行による検証」, 日本生産管理学会第 51 回全国大会予稿集, pp.134-135 (2020) .
- [4] 西村崇, 斉藤壮司, 田中淳:「半数が失敗」日経コンピュータ 2018.3.1, pp.26-47 (2018) .
- [5] 福澤和久, 石井成美:「経営戦略にもとづく IoT と PLM の有機的結合の具現化」, 生産管理学会, 通巻 51 号, pp7-14 (2018) .
- [6] 福澤和久, 石井成美:「付加価値創造プロセスを実行できる IoT 人材スキル標準定義」, 標準化研究学会論文誌 第 17 巻 1 号, pp27-50 (2019) .
- [7] 『つながる世界の品質確保に向けた手引き～IoT 開発・運用における妥当性確認・検証の重要ポイント～』, 独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) (2018) .
- [8] 「成功率は 31.1%」日経コンピュータ 2008.12.1, pp.38-53 (2008) .
- [9] 延岡健太郎:『MOT 入門』, 日本経済新聞社 (2006) .

第7章 IoT 経営を実践できる人材育成プログラムの考察

7.1 背景・目的

IoT (Internet of Things) 時代の到来により、モノが通信ネットワークを介しリアルタイムにデータを収集し、高性能あるいは分散型コンピューティングにより分析を行い、その結果を用いて経営の意思決定やモノの制御を行うことが実現可能となった。つながる工場、つながる製品[4]は企業・組織の競争の形を変革し得る [1][2]。

筆者らが考える IoT 経営とは、IoT という手段を利用して収集した IoT データを活用することで経営課題を解決し従来のビジネスモデルの転換を行なうこと、あるいは新しい経済・社会システムを構築するという経営戦略実現のために IoT を活用することである[8]。

他社・他国との競争のためにも IoT を活用する人材の育成が急務であるが、付加価値創造を考慮した IoT 人材の育成ができていないことが現状である[6]。そのため、これまでの筆者らの研究では、IoT を活用した経営に関わる企画者や利活用者が付加価値創造を経営戦略段階から作業レベルまでの付加価値創造の連鎖を理解し、IoT 経営を実践できる人材の育成を目的とした人材育成の定義を提唱した [6]。実際の人材育成を行うためには、IoT 経営を実践できる人材の定義だけでは必要十分ではなく、当該人材を実際に育成するための教育がなされなければならない。

本研究では、IoT 経営を実践できる企画者、利活用者に着目した人材育成プログラムの到達目標と教育用としての IoT 付加価値創造マップ活用手順を作成することで「IoT 経営を実践できる人材育成プログラム」を構築し、その可用性について検討を行うことが目的である。

7.2 IoT 付加価値創造プロセスおよび IoT 人材

7.2.1 付加価値

技術経営 (MOT: Management of Technology) は、延岡 [7] は「第 1 に、技術管理を狭義にとらえた経営工学や生産管理を中心としたもの、第 2 に、革新的なイノベーションや新技術をベースとした新事業創造やベンチャー企業のあり方などを中心的に取り扱ったものである」と定義する。また、技術経営の最大の目的は「製造業における長期的な付加価値創造の最大化」である。

技術経営における付加価値創造は図 7-1 に示すように、「技術・商品価値創造」、「価値創造プロセス」、「事業価値創造」の 3 要素に大別できる。「技術・商品価値創造」は優れた技術・優れた商品の創造をすることで付加価値を創造することである。「価値創造プロセス」では技術・商品を、企画段階から顧客に届けるまでのオペレーションを行うことで付加価値を創造することである。「事業価値創造」は「価値創造」によって生み出された技術・商品の価値を、自社の利益に変換して獲得することで付加価値創造することである [7]。

付加価値の 3 要素は技術経営において基本的概念であり、企業・組織は 3 要素にもとづく経営戦略、事業戦略を実行することによって付加価値創造を増大させることができる。

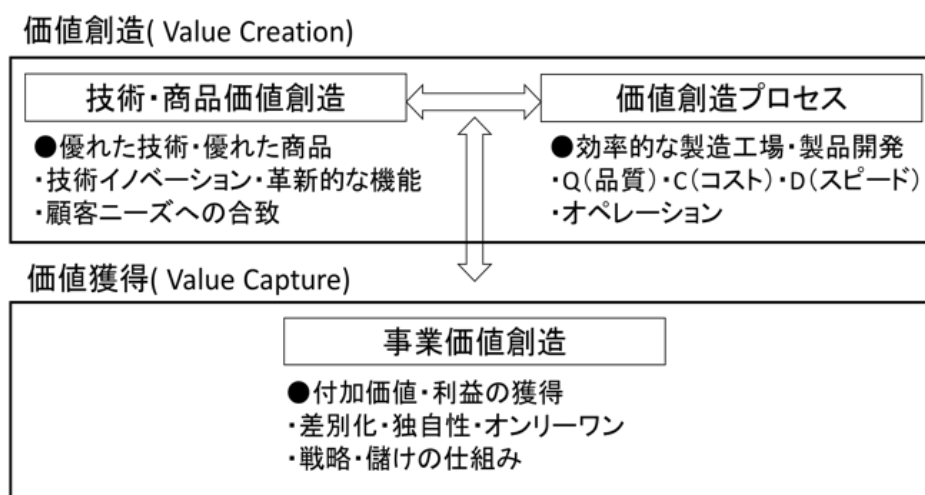


図 7-1 付加価値創造の3要素

出所：[7]より筆者ら作成

7.2.2 IoT プロセス定義

IoTとは「コンピュータ等の情報・通信機器だけでなく、存在する様々なものに通信機能をもたせ、インターネットに接続したり相互に通信したりすることにより、自動認識や自動制御、遠隔計測などを行い、新たな付加価値を生み出す」である[5]。IoTを活用したIoT経営では、企業・組織における各種業務プロセスの中で役割が異っており、求められるIoT人材タイプ、人材像およびスキル標準が異なる。そこで、IoT経営におけるプロセスを定義した[6]。

本研究におけるIoT付加価値創造プロセスとして、①戦略企画、②開発、③運用、④保守、⑤改善の5つを定義した。プロセスの下位をさらにフェーズとして細分化し、戦略企画プロセスには①戦略、②企画、開発プロセスには③開発、運用プロセスには④収集、⑤分析、⑥制御、保守プロセスには⑦保守、改善プロセスには⑧評価、⑨改善の9つを定義した。

7.2.3 IoT 人材タイプ、人材像、スキル標準

IoT付加価値創造プロセスを実施するIoT人材として、エグゼクティブ、コーディネータ、アーキテクト、デザイナー、エンジニア、アドミニストレータの6つを定義した。

IoT付加価値創造プロセスおよびIoT人材の関係を図7-2に示す[6]。特に、改善プロセスではアドミニストレータの他に、エグゼクティブ、コーディネータが重要な役割を担う。主に評価・改善に加わり、現場と経営層が一体となって評価・改善を通した思考を経ることによって、戦略段階からの見直しは戦略フィードバックとして、開発段階からの見直しは戦術フィードバックとして上流工程へ戻すことで、付加価値創造のプロセスを一時的なものではなく、継続的な活動にすることができる。

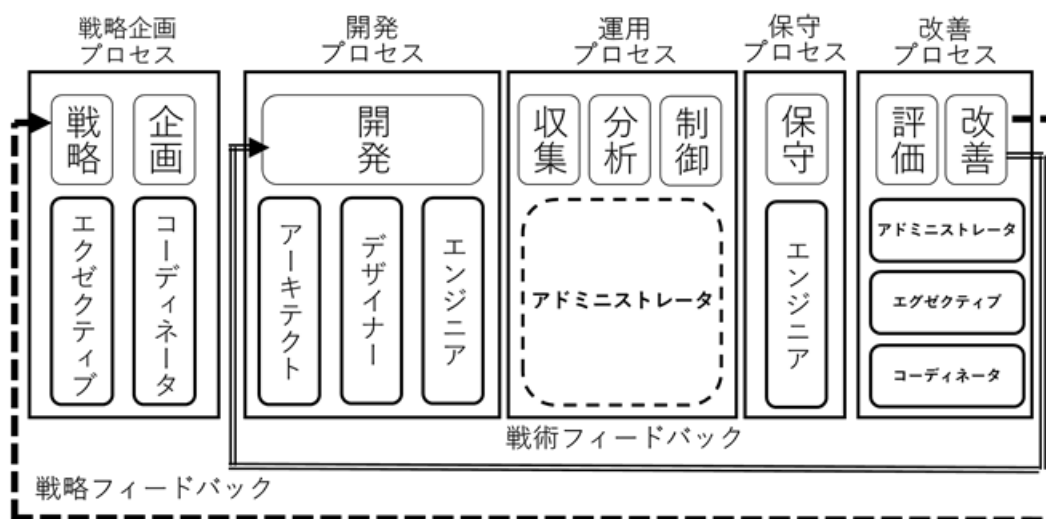


図 7-2 IoT 付加価値創造プロセスおよび IoT 人材

出所：[6]

7.3 IoT 経営を実現できる人材育成プログラム

7.3.1 IoT 付加価値創造マップ

教育用 IoT 付加価値創造マップの抜粋を図 7-3 に示す。

縦軸に技術経営における付加価値創造の 3 要素の概念があり、より具体性のある、業務における施策へとブレイクダウンさせる。個々の施策が、IoT 経営の付加価値創造（収集-分析-制御）において、どのような流れで付加価値創造できるかを「付加価値創造の流れ」として記述することで、付加価値創造の連鎖関係を可視化することができる。

また、本 IoT 付加価値創造マップを保守・改善プロセスで利用することによって、経営活動を行った結果の効果の評価・改善を行うことができる。

経営戦略			新商品の開発戦略						
経営戦略の内容			企画立案、 部品設計、 試作見積、 試作メーカー選定、 試作品納入・試験・評価、 改善、 製造、 販売						
経営戦略の評価・改善			技術の蓄積、 社員ノウハウの蓄積、 組織プロセスの改善、 売上高の評価						
M O T	付加価値創造の3要素			収集	分析	制御	付加価値創造の流れ	評価	改善
	技術・顧客への合致	顧客ニーズの把握	○	○		現在売れている商品の情報とどの理由で売れているを収集して、データを分析する			
		多様な顧客ニーズの合致			○	顧客ニーズの把握の分析結果から、今から売れる新商品を予測する			
		優れた商品開発のサポート	○	○	○	顧客ニーズと技術情報を分析して、バランスよく新商品機能の優先順位を決めていく			
	革新的な商品価値創造	環境配慮型設計	○	○	○	技術とエコ情報を収集して、新商品機能性を満たすうえ、環境に対してもエコ的です			
		ローカライズ設計	○	○	○	販売対象になっている地域に対して、ローカルの生活情報、同じタイプの商品の情報を収集して分析する、その分析結果を元にして、新商品を各地域のローカライズ設計に合致するように設計する			

図 7-3 教育用 IoT 付加価値創造マップ（抜粋）

7.3.2 人材育成到達目標

IoT 経営は、経営戦略が組織全体に浸透し、全社的に実行されることを目的としている。IoT 経営に関わる経営者から企画者（コーディネータ）、開発者、運用者（アドミニストレータ）らが、経営戦略段階から作業レベルまでの付加価値創造の連鎖を理解し、付加価値創造が実践できることを目的とした、IoT 人材育成プログラムの到達目標を7つの項目として設定し、以下に示す。

- ① 経営戦略を実現するための IoT を利活用したアイデアを創出することができる
- ② 経営戦略を実際の作業レベルまで具体化しエンドユーザまで浸透させることができる
- ③ 自らの業務活動が、どのように経営戦略に貢献するかを理解することができる
- ④ 創出したアイデアの付加価値の評価指標を策定することができる
- ⑤ 策定した付加価値の評価指標にもとづき実施する施策選択の意思決定ができる
- ⑥ 部門間連携を促し IoT の利活用を全体最適化できる
- ⑦ 実践した結果を評価指標にもとづき確認し、改善策をフィードバックできる

7.4 教育用 IoT 付加価値創造マップの活用

経営戦略にもとづいた IoT 付加価値創造マップの教育としての活用手順の概要を以下に紹介する。

- ① 経営戦略フェーズでは、経営戦略の立案を行う
- ② 戦略マップ策定フェーズでは、経営戦略と付加価値創造の関係性の整理を行う
- ③ 業務改革フェーズでは、自社の業務プロセスを定義し図示させる
- ④ IoT 戦略フェーズでは、業務プロセスと、IoT による付加価値創造の関係性の整理を行う
- ⑤ 有機的結合フェーズでは、価値創造マップに基づいて、業務プロセスごとに付加価値創造の結合を行う
- ⑥ 評価算定フェーズ価値創造マップの評価算定を行う際の基準の検討を行う
- ⑦ 評価フェーズでは、価値創造マップを活用して経営活動を行った結果の効果の評価を行う
- ⑧ 改善フェーズでは、価値創造マップの見直し・改善を行う

以下の図 7-4 から図 7-11 は、筆者らが作成した教育用 IoT 付加価値創造マップの活用手順および実施例である。

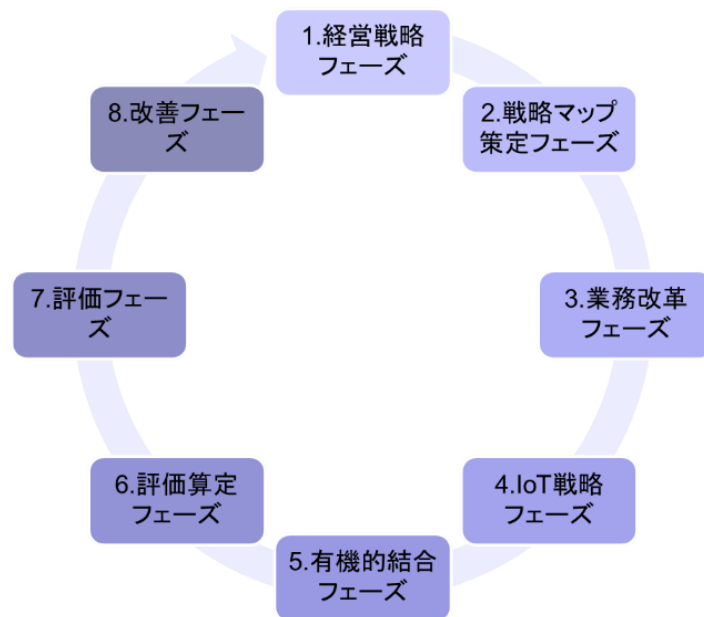


図7-4 教育用IoT付加価値創造マップの活用手順

(1) 経営戦略フェーズ

企業・組織の経営戦略を策定する。経営戦略の3ステップは以下の通りである。①事業環境の分析としてSWOT分析を行う。②施策のリストアップを行う。SWOT分析の結果に対して、施策内容をリストアップする。③経営戦略の策定を行う。施策リストの実現可能性を判定し、優先順位をつける（図7-5）。

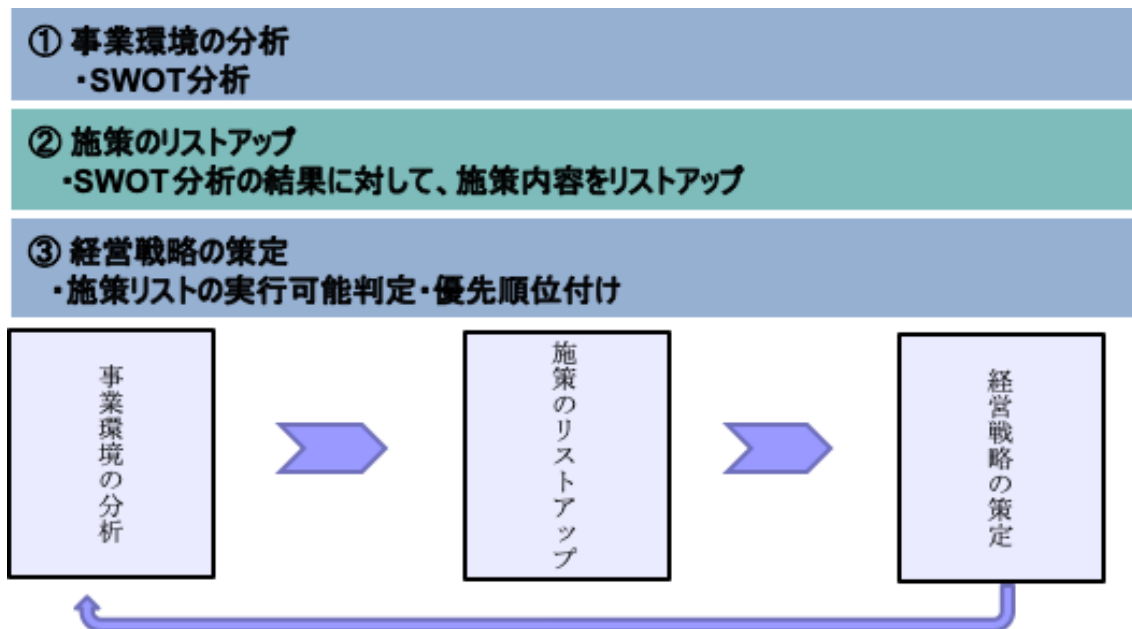


図7-5 経営戦略策定の3ステップ

(2) 戦略マップ策定フェーズ

経営戦略と付加価値創造3要素の関係性の整理を行う（図7-6）。

付加価値創造要素	経営戦略
技術・商品価値創造	・ 商品差別化戦略
価値創造プロセス	・ コストリーダーシップ戦略
事業価値創造	・ マーケティング戦略

図 7-6 経営戦略と付加価値創造 3 要素の関係性例

(3) 業務改革フェーズ

自社の業務プロセスを定義する。業務改革フェーズの演習例を図 7-7 に示す。

業務改革フェーズでは、自社の業務プロセスを定義するフェーズである。図 7-7 では商品企画プロセスと設計プロセスにおける業務プロセスを定義する過程を表している。

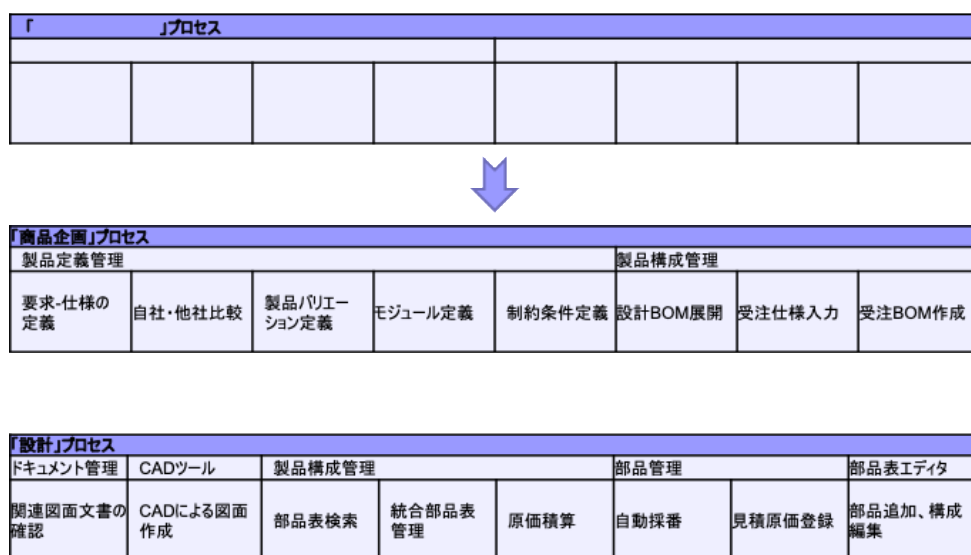


図 7-7 業務プロセスの例

(4) IoT 戦略フェーズ

業務プロセスと IoT による付加価値創造の関係性の整理を行う。IoT 戦略フェーズの演習例を図 7-8 に示す。IoT 戦略フェーズでは、IoT の付加価値創造の「収集」「分析」「制御」の 3 点に着目し、業務プロセスと 3 点の関係性について、議論を重ねた上で付加価値創造の流れを構築し、記入していく。

収 集	分 析	制 御	付加価値創造の流れ
○			製造されたから、利用者に届くまでの位置情報
○			製品の利用時間帯・場所・機能の製品使用情報
○			製品利用者の収入・家庭構成・職種の利用者情報
○			製品が廃止された時、リサイクル・環境影響の情報
○			製造設備の温度・稼働時間の設備稼働情報
○			作業員の作業・位置情報
○			故障・障害監視
○			オペレーター監視
	○		マーケティング分析
	○		搬送分析
	○		稼働分析
	○		故障分析
	○		オペレータースキル分析
	○		スループット分析・評価
	○		リサイクル・環境影響分析

図 7-8 付加価値創造の流れ作成例

(5) 有機的結合フェーズ

教育用 IoT 価値創造マップに基づいて、業務プロセスごとに付加価値創造の結合を行う。（図 7-9）。

付加価値創造要素	ビジネスモデル	ビジネス施策	企画プロセス							
			製品定義管理				製品構成管理			
			要求-仕様の定義	自社・他社比較	製品バリエーション定義	モジュール定義	制約条件定義	設計BOM展開	受注仕様入力	受注BOM作成
技術・商品価値創造	収集	商品搬送位置情報		○						
		製品使用情報	○	○	○	○	○			
		利用者情報	○	○	○	○				
		設備稼働情報						○	○	○
		リサイクル・環境影響の情報	○				○			
	分析	スループット管理						○	○	○
		マーケティング分析	○	○	○	○		○		
		稼働分析						○	○	○
		故障解析	○			○				
		オペレータースキル分析	○		○				○	
		スループット分析・評価						○	○	○
	制御	リサイクル・環境影響分析	○				○			
		優れた技術	○	○						
		優れた商品	○	○						
		顧客ニーズ合致	○	○	○					
		革新的な機能	○	○	○					

図 7-9 付加価値創造と業務プロセスの有機的結合例

(6) 評価算定フェーズ

教育用 IoT 価値創造マップの評価算定を行う際の基準の検討を行う。(図 7-10)。

<p>① 市場における地位</p> <ul style="list-style-type: none"> ・経営戦略の実行前後、市場シェアと市場ブランド力の変化率を算定する <p>算定方法:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・市場シェア(売上高) = 自社の売上高 / 市場の総売上高 ・市場シェア(販売数) = 自社の販売数 / 市場の総販売数 ・相対的市場シェア = 自社の市場シェア(売上高・販売数) / 競合社の市場シェア(売上高・販売数) ・知名度(名前と使え道) = 名前と使え道を知っている人数 / 商品・サービスターゲット顧客の調査人数 ・知名度(名前) = 名前を知っている人数 / 商品・サービスターゲット顧客の調査人数 ・顧客価値 = 調査人数の総点数 / 総点数
<p>② 生産性の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・経営戦略が実行された前後、コストの変化率を算定する <p>算定方法:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原価計算
<p>③ 価値獲得の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・経営戦略が実行された前後、売上高と純利益の変化率を算定する <p>算定方法:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・売上高・純利益の統計

図 7-10 評価算定の 3 つのポイント例

(7, 8) 評価・改善フェーズ

教育用 IoT 価値創造マップを活用し、経営活動を行った結果の効果に対し評価と改善を行う(図 7-11)。

市場における地位	生産性	価値獲得	付加価値創造の流れ	評価	改善
○			製品の利用時間帯・場所・機能の製品使用情報		
○			製品利用者の収入・家庭構成・職種の利用者情報		
	○		マーケティング分析		
	○		故障分析		
		○	販売ルート・販売対象の増加		
		○	カスタマイズ化など製品の開発		
		○	遠隔稼働ガイダンス		
		○	製造設備の最適化管理		

図 7-11 評価・改善例

7.5 おわりに

今後企業などに「IoT 人材育成プログラム」として試行と有効性の評価を行う。「IoT 経営」を実践できる人材の育成により、ものづくり経営を行う企業・組織の付加価値創造への一助となることを願う。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 17K03974 の助成を受けたものです。

参考文献（第 7 章）

- [1] Michael E. P and James E. H.: How Smart, Connected Products Are Transforming Companies, Harvard Business Review, April 2015.
- [2] Michael E. P and James E. H.: How Smart, Connected Products Are Transforming Competition, Harvard Business Review, April 2015.
- [3] 石井成美, 福澤和久: 「生産管理業務プロセスにおける IoT 付加価値創造の具現化」, 「生産管理」, Vol.25, 2018 年 4 月号, pp.83-88.
- [4] 関行秀: 「つながる工場, つながる製品とは——『NEC Industrial IoT』—お客さまと共に創る—」, 「海外投融資」, 2016 年 3 月号.
- [5] 福澤和久, 石井成美: 「経営戦略にもとづく PLM と IoT の有機的結合に関する考察」, 生産管理 Vol.24, 2017 年 4 月号, pp.39-44.
- [6] 福澤和久, 石井成美: 「付加価値創造プロセスを実行できる IoT スキル標準定義」, 標準化研究, 第 17 巻第 1 号 (通巻 20 号), pp.27-50, (2019/03) .
- [7] 延岡健太郎: 『MOT 入門』, 日本経済新聞社 2006.
- [8] 中部経済新聞: 「価値創造プロセスを実行できる人材の育成を」 (石井成美) (2017/02/10, No.2, 8 面) .

第8章 人材育成プログラムの試行による検証

8.1 背景・目的

昨今 IoT (Internet of Things) , ICT (Information and Communication Technology) 活用の重要性が増している。ビッグデータ活用による新規ビジネス, 企業内の生産性の改善に大きな需要が有り, 情報システム企画の重要性は更に増している。しかしながら, 情報システムの導入は, 未だに 50%程度が失敗とのデータ[6]があり, 円滑な導入が進まないケースが多く, 社会的な課題であると考ええる。

本研究の目的は, 経営目標達成を目的とした情報システム導入の成功率を上げる事である。

筆者らは, 情報システム導入失敗の原因の一つとして「必要な人材と工数が確保されない」ことを挙げている[5]。この解決には, 経営戦略段階から作業レベルまでの, 付加価値創造の連鎖を理解した人材育成が必要と考える。必要な人材確保に関し福澤ら[9]は IoT の人材ガイドラインを定めており, それぞれの人材像の重要性を示しているが, 人材育成について事例評価の課題が残る。石井ら[2]は, 上記人材タイプに対する付加価値創造の連鎖に焦点をあてた人材育成プログラムとして教育用 IoT 付加価値創造マップ活用を提案しているが, 事例評価の報告が無い。本研究では, 付加価値創造マップを用いた人材育成に関する教育試行, 及びその改良点に対する有効性評価並びに波及効果について検証する。

8.2 情報システム導入の現状

日経コンピュータ 2018[6]の調査によると, プロジェクトマネジメントの進んだ近年においても, 情報システム導入／刷新プロジェクトの 47.2%が失敗との調査結果が示されている。これは, 2008 年の調査時[14]よりも改善されているものの, 成功率は依然高い水準とは言えないことを示している。

8.3 問題点及び解決策の提言と先行研究

筆者らは先行研究にて, 解決策として以下 3 点を提言している [4][5]。

①要件が適切に設定されない

→要件定義品質確保のチェックポイント活用

②必要な人材と工数が確保されない

→必要人材及び工数確保のガイドライン制定

③運用が適切にされない (利用者)

→運用状況チェックポイント活用, 組織体制

8.3.1 必要人材のガイドライン

前記課題のうち②について、「人材タイプ、人材像、スキル標準」を福澤ら[9]は、IoTの人材ガイドラインとして提言している（表8-1）。本定義はIoTに限らず、ITシステム企画全般に活用可能と考える[3]。

表8-1 必要な人材像

人材タイプ	人材像
エグゼクティブ	経営戦略を実現する手段としてIoTを取り入れる組織の経営者及び管理者で、付加価値創造プロセスをリードする(IoT経営の実現を決定する人)
コーディネータ	IoT化を推進するプロジェクトの企画・管理・評価・改善する者で、プロジェクトをリードする
アーキテクト	IoT化を推進するプロジェクトの企画立案された内容に基づき要件定義するもので、評価・改善のフィードバックも行う
デザイナー	要件定義された内容に基づきIoTシステムを設計する
エンジニア	設計された内容に基づきIoTシステムを構築、保守運用する
アドミニストレータ	IoTシステムを利活用し、評価・改善する

出所:福澤ら[9]より。

8.3.2 人材育成プログラム

必要人材として、経営戦略段階から作業レベルまでの付加価値創造の連鎖を理解した人材確保が重要と考える。その人材確保には、適切な人材育成プログラムが必要と考える。

石井ら[2]は、前記表8-1記載の人材タイプに対する人材育成プログラムとして、教育用IoT付加価値創造マップの活用を提案している。概要は以下である。

- ①経営戦略フェーズでは、経営戦略の立案を行う
- ②戦略マップ策定フェーズでは、経営戦略と付加価値創造の関係性の整理を行う
- ③業務改革フェーズでは、自社の業務プロセスを定義し図示させる
- ④IoT戦略フェーズでは、業務プロセスと、IoTによる付加価値創造の関係性の整理を行う
- ⑤有機的結合フェーズでは付加価値創造マップに基づいて業務プロセスごとに付加価値創造の結合を行う
- ⑥評価算定フェーズでは、付加価値創造マップの評価算定を行う際の基準の検討を行う
- ⑦評価フェーズでは、付加価値創造マップを活用して経営活動を行った結果の効果の評価を行う
- ⑧改善フェーズでは、付加価値創造マップの見直し・改善を行う

8.3.3 付加価値創造マップ

付加価値創造マップとは、経営戦略／事業戦略と業務プロセスの紐づけを見える化するものであり、経営戦略／事業戦略からシステムの要件への落とし込み及び明確化が期待できる（表 8-2）[8]。

表 8-2 付加価値創造マップ

MOT	付加価値創造の3要素	付加価値創造	IoTによる価値創造		商品企画プロセス							
					要求-仕様の定義	自社・他社比較	製品バリエーション定義	モジュール定義	制約条件定義	設計BOM展開	受注仕様入力	受注BOM作成
価値創造	技術・商品価値創造	顧客ニーズへの合致	収集	保守サービス連携	○							
			分析	保守サービス	○							○
				保守診断コスト分析	○							○
			制御	保守サービス	○							
				保守診断コスト分析	○							
		革新的な機能	収集	保守サービス連携	○		○					
				設備稼働情報			○					
				故障障害監視			○					
				オペレーター監視			○					
			分析	保守サービス	○		○					
				稼働分析			○					
				保守診断コスト	○							
				稼働分析			○					
				故障診断			○					
				オペレータースキル分析			○					
			制御	保守サービス	○							
				保守診断コスト	○							

出所:福澤ら[8]より抜粋。

技術経営における付加価値創造の要素は、「価値創造」と「価値獲得」に大別できる。価値創造は更に「技術・商品価値創造」と「価値創造プロセス」に分けられる[7]。付加価値創造マップは、この要素に対応する付加価値を表の左に洗い出し、ブレイクダウンした各作業との関連を示したものである。この付加価値創造マップを活用して経営戦略／事業戦略を業務プロセス及びシステム化の要件と紐づける（表 8-2）。

8.4 本研究の新規性及び独自性

8.4.1 先行研究の課題

前項に記した福澤ら[8]による付加価値創造マップは、経営目標から付加価値創造の各要素に対応する付加価値と、ブレイクダウンした各作業との関連「○」をプロットする事により俯瞰できる。しかし教育プログラムが豊富でない課題が残る。

これに対し石井ら[2]は、付加価値創造マップを有効に活用できる人材育成プログラムを作成した。しかし人材育成プログラムの大枠は作成されているものの、事例評価の報告が無い事が課題である。

また、石井ら[2]が人材育成プログラムに用いている「教育用 IOT 付加価値創造マップ（表 8-3 参照）」は、情報の「収集」「分析」「制御」と付加価値の流れを示すことができる[2]。しかし、「収集」「分析」「制御」が製造プロセス中の各作業間を跨った場合に「収集」「分析」「制御」の実施場所が不明確である課題を発見した。

表 8-3 教育用 IOT 付加価値創造マップ（抜粋）

経営戦略				新商品の開発戦略							
経営戦略の内容				企画立案、部品設計、試作見積もり、試作メーカー選定、 試作品納入・試験・評価、改善、製造							
経営戦略の評価				技術の蓄積、社員ノウハウの蓄積、 組織プロセスの改善、売上高の評価							
MOT		付加価値創造の3要素		収集	分析	制御	付加価値創造の流れ			評価	改善
価値創造	技術・顧客ニーズの合致	顧客ニーズ	顧客ニーズの把握	○	○		現在売れている商品の情報とどの理由で売れているかを収集して、データを分析する				
			多様な顧客ニーズの合致			○	顧客ニーズの把握の分析結果から、今から売れる新商品を予測する				
			優れた商品開発のサポート	○	○	○	顧客ニーズと技術情報を分析して、バランスよく新商品機能の優先順位を決めていく				
	革新的な機能	環境配慮型設計	○	○	○	技術とエコ情報を収集して、新商品機能性を満たすうえ、環境に対してもエコ的です					
		ローカライズ設計	○	○	○	販売対象になっている地域に対して、ローカルの生活情報、同じタイプの商品情報を収集して分析する、その分析結果を元にして、新商品を各地域のローカライズ設計に合致するように設計する					

出所：石井ら[2]より。

8.4.2 先行研究の課題の解決及び独自の改良点

この先行研究の2つの課題「人材育成プログラムの事例評価」及び「収集、分析、制御の実施場所が不明確」を解決すべく、以下の取り組みを実施した。

- ・人材育成プログラムの試行による事例評価
- ・付加価値創造マップへの独自の改良追加

8.4.2.1 人材育成プログラムの試行による事例評価

前記人材育成プログラムは、プログラムの大枠は作成されているものの、事例評価の報告が無い。そこで、人材育成プログラムの有用性を検証するため、人材育成プログラムを筆者独自に改良、試行し、有識者からのフィードバックにより評価した。有識者は、いずれも経済産業大臣認定のITストラテジスト試験又はシステム監査技術者試験の合格者であり、10を超える企業の方々に参加頂いた。多数企業の有識者による集合研修での人材育成プログラム評価は、本研究の独創性である。

8.4.2.2 付加価値創造マップへの独自の改良追加

付加価値創造マップにおいて「収集」「分析」「制御」が製造プロセス中の各作業間を跨った場合に「収集、分析、制御の実施場所が不明確」である課題を解決すべく、付加価値創造マップに独自の改良を加えた。情報の「収集」「分析」「制御」それぞれに記号「○」「◎」「●」を対応させ、各プロセスに対してプロットするよう改良し、明確化した（表8-4）。「制御」の定義は、「収集」して「分析」した情報を元に自動的にフィードバックをかけるもののみでなく、分析結果を活かして「判断する」こと及び、何らかの意思決定をする事も制御に含む。

表 8-4 付加価値創造マップ (抜粋)

経営課題			MOT	付加価値創造の3要素	取り組みべき施策	IOT			受注フェーズ					製造準備フェーズ											
新たな価値の創造	信頼される製品提供	活人				収集	分析	制御	営業／設計部門					営業／設計部門		製造部門				検査部門					
									提案活動	要求－仕様の確認	自社・他社比較	技術検討	提案価格決定	受注	詳細設計	Design Review	試作工程検討	量産工程設定	Design Review	木型作製	Design Review				
	○		価値創造	技術・商品価値創造	顧客ニーズへの合致	顧客仕様理解の迅速化	○	◎	●		◎	●		●							◎	●			
	○					仕様の技術的実現性判断迅速化	○	◎	●		●	◎			◎			○	☆IT以外			◎	●		
	○					製造能力実現性判断迅速化	○	◎	●		●	◎	●				☆IT以外	○	◎	●	○	◎	●	◎	●
					革新的な機能	新素材の開発																			
						新規製品売り込み																			
						優れた技術とノウハウ																			
	○			価値創造プロセス	品質	測定データ信頼性向上	○	◎	●				●		●	●			●						
						非認定作業の排除																			
						非認定検査員の排除			●																
						検査能力の正確な把握																			
	○				コスト	情報一元管理による部門連携	○	◎	●							●	●						◎	●	
	○					工程能力の正確な把握	○	◎	●				●												
	○					情報一元管理による部門連携	○	◎	●				●	○	◎										
						試作回数削減による費用削減																			
	○				スピード		工程能力把握によるボトルネック排除	○	◎	●					◎	●			○	○	○	○			
	○						情報一元管理による部門連携	○	◎	●						◎	●	○	●						
							試作回数削減による期設計問題点の早期発見																		

出所:福澤ら[8]より筆者加筆を抜粋

また、各プロセス内容及びそのプロセスの問題点を明確化するため、筆者独自の改良点として各プロセスの概要を、プロセスシートにて示した（表 8-5）。

プロセスシートの各工程と付加価値創造マップの各工程は、それぞれ対比している。人材育成プログラムでは、プロセスシートにて各工程の問題点を受講者が列挙し、改善点をグループワークにて話し合った。その改善案（To-be モデル）を、自グループが担当する工程毎に、「○」「◎」「●」をプロットし、どの工程にて情報の「収集」「分析」「制御」が実施されるか明確化される事を確認した。

表 8-5 付加価値創造マップ補足プロセスシート（抜粋）

K社プロセス内容（繁友が研修用に作成）			『』内の文書は、参考情報であり改善案の対象外の部門と割り切って頂いて構いません。		
フェーズ	部門名	プロセス名	工程内容	備考	問題点
受注	営業／設計	提案活動	『新素材、新規製品の売り込み。技術部門は、技術開発部が主体となる。』	今回対象外	
受注	営業／設計	要求一仕様の確認	顧客からの見積もり依頼図面及び、その図面要求にある材料規格（JIS、MIL、AMS、顧客仕様書等）を確認する		規格情報が次の工程に引き継がれていない？
受注	営業／設計	自社・他社比較	『競合他社のベンチマーキングより提案内容、価格の検討をする。受注のために、無理をし過ぎる可能性が有る。』	今回対象外	
受注	営業／設計	技術検討	顧客仕様から、必要な要求を洗い出し、社内の標準工程／作業に落とし込む。既存の標準工程に無い場合は、特別な工程を設定する。規格により要求（初回試験、出荷試験、変更管理、不適合品管理）が異なる場合がある。見積もり回答までの時間が足り無い場合が多く、限られた時間で技術検討をしている実情が有る。		標準工程がない場合、時間がなくて検討時間が足りない。 誤った規格で検討してしまう。
受注	営業／設計	試作確認	実績が無い形状、規格、仕様の場合は試作確認を実施する。試作品製作に時間がかかるが、顧客からの納期要求が厳しく、試作と量産初品の製造が同時期になる場合がある。	試作→顧客確認 →問題点改善→ 量産	試作品製作に時間がかかる。 試作の問題点を改善する時間がない。 量産開始判断に問題がありそう。
製造準備	製造部門	試作工程検討	試作品の工程を設定する。短期間での製造要請により難易度が高い工程のまま進める事が有る。		製造現場の状況を把握できていない

8.5 必要人材及び人材育成プログラムの試行

前項記載の改良を加えた「人材育成プログラム」の試行方法、試行結果及びその評価を報告する。

8.5.1 人材育成プログラムの試行方法

以下手順により人材育成プログラムを試行し、有識者からのフィードバックにより評価した。

8.5.1.1 人材育成プログラム試行の対象フェーズ選定

必要な人材像及び各フェーズのどれも大切である。今回、以下の理由により特に重要と考えるフェーズを抜き出し、教育試行の対象フェーズを選定した。

各人材像（表 8-1）と IT プロジェクトの各プロセスとの対応を図 8-1 に記す[9]。福澤ら[9]によると、表 8-1 の人材像のなかで一番重要と考えられているのが、「コーディネータ」である。また、2006 年の独立行政法人情報処理推進機構(IPA)からの調査報告によると、超上流プロセスである「企画プロセス」と「要件定義プロセス」が特に重要で有る事が提言されている[12]。福澤ら[9]によるプロセスのうち、超上流工程に対応するのは「戦略企画プロセス」全般及び「開発プロセス」のアーキテクト部分である。超上流プロセスに対応する箇所を図 8-1 に記した。

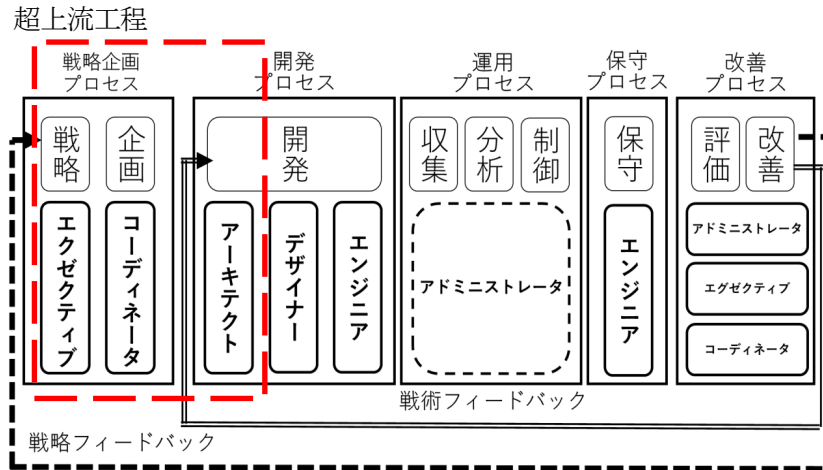


図8-1 必要人材とプロセス

出所:福澤ら[1][9]より筆者加筆.

人材育成プログラムの①～⑧のフェーズのうち、超上流工程に相当するフェーズは③～⑤であり、エグゼクティブ、コーディネータ、アーキテクトが関わり、特に重要と考える。

そこで、人材育成プログラムの中から超上流工程に相当するフェーズ③～⑤に焦点を絞ったアプローチで人材育成プログラムを作成した。（図8-2）

1.経営戦略フェーズ	経営戦略を立てる
2.戦略マップ策定フェーズ	「付加価値創造の3要素」に経営戦略を当てはめる
3.業務改革フェーズ	2.を更にブレイクダウンさせ、「IoT-PLM価値創造マップ」を検討・作成する。横軸に付加価値の3要素、3要素を更にブレイクダウンさせたもの、最後にIoTの「収集・分析・制御」レベルまで分解させる
4.IoT戦略フェーズ	「付加価値の3要素」を、IoTの「収集・分析・制御」の3つの観点を用いて「IoTとPLMの付加価値創造の流れ」を検討する
5.有機的結合フェーズ	価値創造マップに基づいて業務プロセスごとに付加価値創造に効果のある施策に○印をつけ、具現化した後にマップの見直しを行う
6.効果算定フェーズ	有機的結合の評価を行うための期待効果の算定（KPIの設定）を行う 制約条件を考慮し、どの施策を行うかを検討
7.評価フェーズ	価値創造マップを利用した結果、価値創造マップを用いた結果の評価を行う
8.改善フェーズ	価値創造マップのマッピングの見直しを行う

図8-2 有機的結合の手順

IPAの人材白書2018[13]によると、「IT戦略策定・IT企画、IT投資案件のマネジメント人材」が、今後重要と考え育成していきたいIT人材として31.5%と他の人材と比較して最重要との回答であることから、このフェーズに対する人材育成は重要である。

8.5.1.2 人材育成プログラム試行の詳細

作成した人材育成プログラムを、有識者に協力頂き試行した。協力頂いた有識者は、15名でいずれも特定非営利活動法人日本システム監査人協会又は日本ITストラテジスト協会の所属者であり、経済産業大臣認定のITストラテジスト試験又はシステム監査技術者試験の合格者である。参加いただいた有識者は、その6割が情報サービス業勤務である。参加者の構成を図8-3、図8-4、図8-5、図8-6に記す。

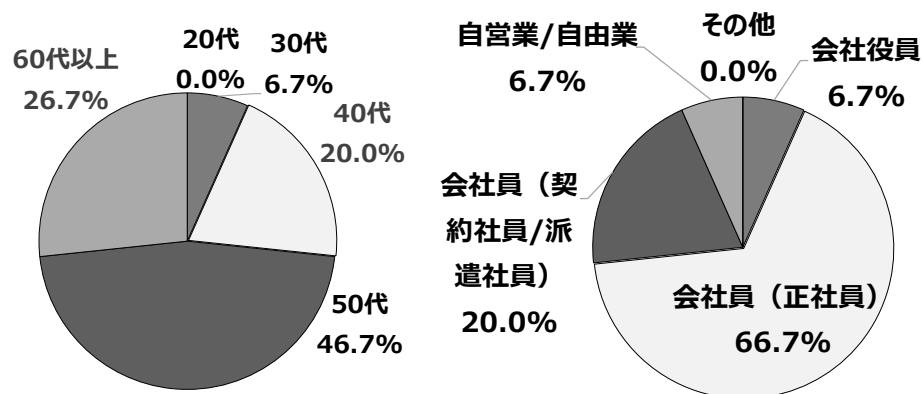


図8-3 参加者の構成 (n=15)

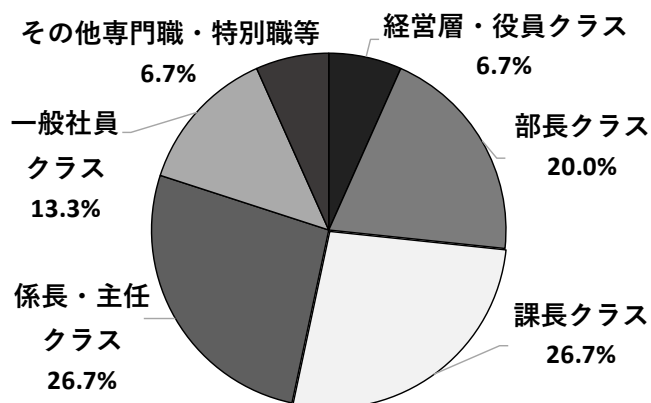


図8-4 参加者の役職 (n=15)

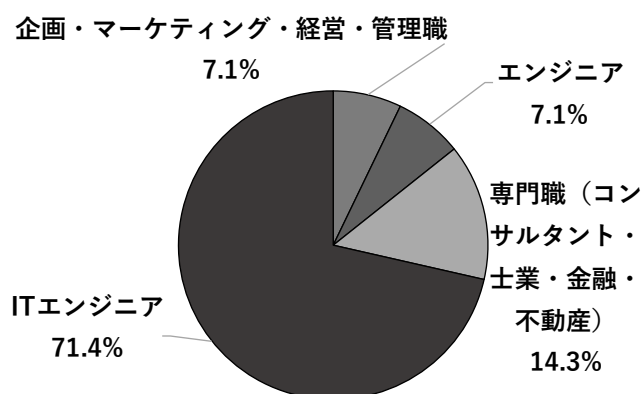


図8-5 参加者の職種 (n=15)

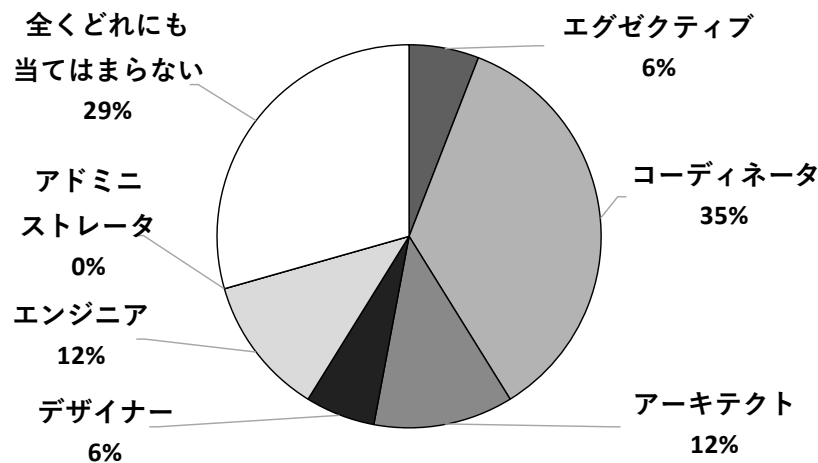


図 8-6 参加者の人材タイプ (n=17, 複数回答有)

参加頂いた有識者は、年齢 30～40 代が 27%、50 代以上 73% (図 8-3) とベテランであり、主に IT について詳しい職種である (図 8-5)。現在の業務内容で一番近い人材タイプ (表 8-1) は、図 8-6 の回答を得た。約半数が超上流工程に関わる人材タイプである。人材育成プログラムの試行は、令和元年 11 月 9 日、10 日の二日間に渡って集合研修として実施した。実施内容の目次を表 8-6 に示す。

表 8-6 人材育成プログラム目次

講義	品質問題について
	モデルケースの製造業者の説明
	経営戦略と付加価値の落とし込みについて (付加価値創造マップの作成方法)
グループワーク	チーム分け (「営業／設計部門」「製造部門」「検査部門」の 3 チーム)
	グループディスカッション (付加価値創造マップの作成)
	発表／質疑

今回の試行は、特定企業で実施した研修では無かったため、モデルケースの各プロセスや工程内容等は、筆者が独自に作成した。経営戦略は「品質問題対応」に特化して実施した。モデルケースは、データ改ざん等の品質問題[10][11][15][16]を参考に、筆者が仮想のモデルケースとして作成した。「品質問題」は複数の企業で発生しており、このリスク対応は波及効果があると考えたためである。

グループディスカッションでは、4～5 名ずつ「営業／設計部門」「製造部門」「検査部門」の 3 チームに分けた。各チームが、それぞれの部門の立場から経営戦略への対応を討議し、付加価値創造マップを作成し対策を発表した。研修終了後、アンケートを提出頂いた。

8.6 人材育成プログラム試行結果

前項記載の試行方法により実施した人材育成プログラムの試行結果のアンケートを図8-7，図8-8に示す。

「他人に薦めたい」「今後の参考になる」「より深く理解できた」の合計が，品質問題の講義は93%，人材育成プログラムの講義は73%と概ね高評価であり有効性を確認する事ができた。人材育成プログラムについては，「分かりにくい」との意見を20%の方から頂き改善の余地が残るものの，説明時間及び補完資料を増やすことにより改善可能と考える。

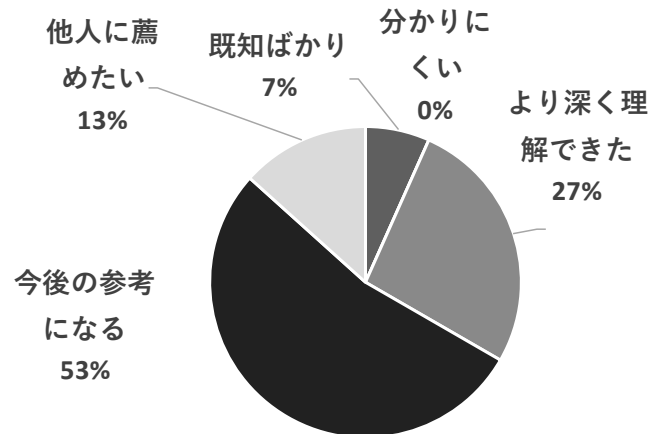


図8-7 品質問題の講義について(n=15)

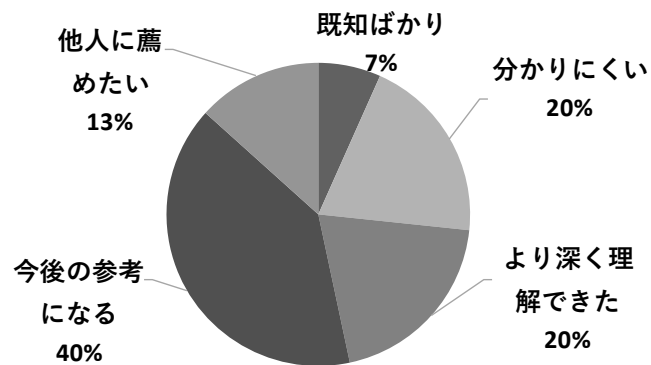


図8-8 人材育成プログラムの講義について(n=15)

また、付加価値創造マップの有用性についての以下のアンケート結果を図8-9に示す。

設問：付加価値創造マップの有用性について、以下の観点にてお答えください。

- 1 経営戦略の浸透
- 2 業務要件の明確化
- 3 要件定義への落とし込み
- 4 要件の絞り込み
- 5 重要要件の明確化
- 6 製造品質の向上
- 7 システム導入時の品質向上

回答選択肢：

- 1.効果は期待できない
- 2.改善すれば効果有り
- 3.効果が期待できる
- 4.大いに効果有
- NA.どちらとも言えない

有効回答数（n）：13～15

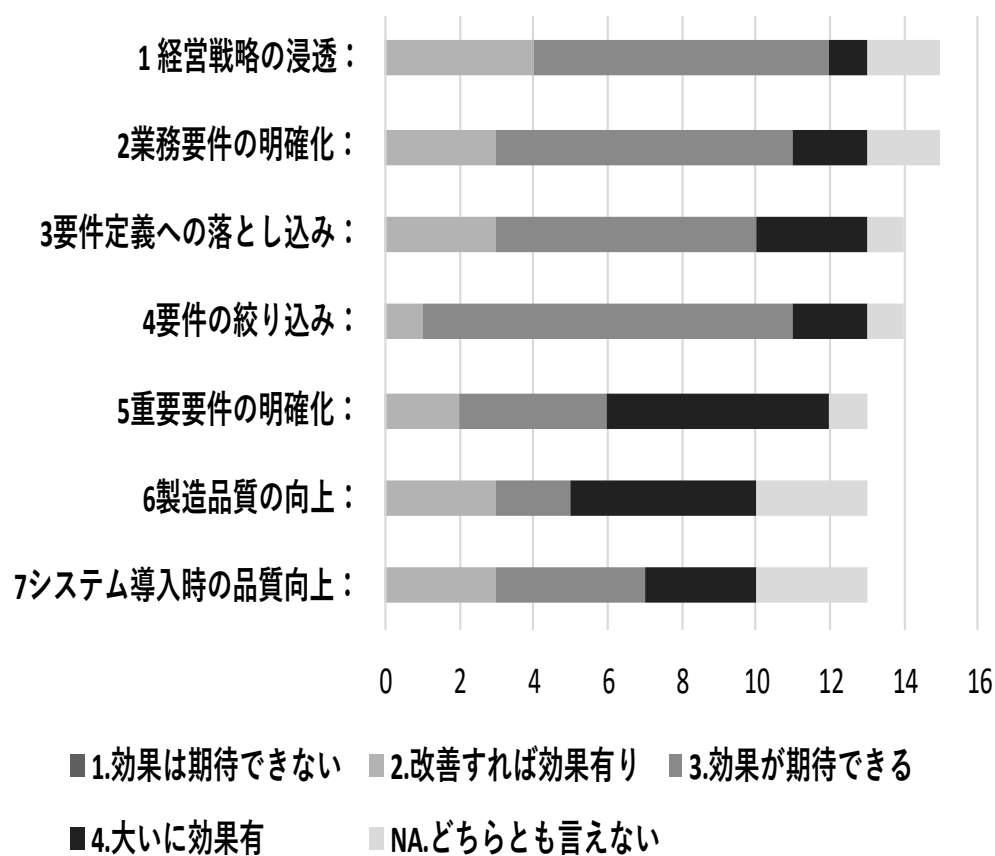


図 8-9 アンケート結果の抜粋

8.7 人材育成プログラム試行での有効性検証と考察

前述の8.5.1.1項で述べたように、本論文にて試行した人材育成プログラムは、超上流工程に相当するフェーズを対象として実施した。超上流工程では、対象とする業務の知識のみならず、ITの知識及び経営の知識も重要と考える。業務知識については、対象業務に精通したベテランの参画により解決できる。

しかし、同時にIT及び経営についても高い知識を有している人材は、多く無いと考える。業務知識に精通した人材が、コーディネータと協力して付加価値創造マップを作成する事により、ITの知識及び経営の知識を補完し、経営戦略段階から作業レベルまでの、付加価値創造の連鎖の理解を容易化できる。

本研究では、人材育成プログラム及び付加価値創造マップの有効性を、人材育成プログラムの試行及びそのアンケート結果により検証した。図8-9のアンケート結果によると、付加価値創造マップの有用性に対して、「1.効果は期待できない」の回答は0であった。

なお改善の余地が残るものの、「3.効果が期待できる」「4.大いに効果有」が大勢を占めており、筆者独自の改良も含め付加価値創造マップの有用性が、超上流工程に対して確認できた。

また、研修のグループワークでの改善案発表において、自部門内のみで情報の「収集」「分析」「制御」が揃わないもの、例えばある製造情報を生産管理や設計に活用するため「分析」「制御」はあるものの、「収集」が他部門でしかできないものについて、付加価値創造マップを用いて必要性を説明すると言った場面があった。

筆者独自の改良アプローチである「○、◎、●」にて「収集、分析、制御」を明確化した事により教育用IoT付加価値創造マップ（表8-3）の課題である「収集、分析、制御の実施場所が不明確」を解決する効果が確認できた。また、筆者独自の改良により付加価値創造マップによる複数部門にまたがる「収集、分析、制御」の情報の流れの俯瞰性も確認でき、部署間に跨る課題解決並びに情報のやりとりにより波及効果が期待できる。

人材育成プログラムの事例評価としては、アンケート結果から付加価値創造マップを利用した人材育成プログラムは、超上流工程に対して利用効果があることを確認し、有用性を検証できた。

今後の課題として「アドミニストレータ」が、付加価値創造マップの活用方法を理解し、コーディネータと共に評価／改善に活かすための「評価、改善フェーズ」の人材育成プログラムの試行と評価が必要である。

8.8 おわりに

今回の人材育成プログラム試行により、「付加価値創造マップを活用した人材育成プログラムの有効性」及び「付加価値創造マップに対する筆者独自の改良点の有効性」が確認できた。

今回教育試行に協力頂いた対象者は、いずれも有識者であったため、教育は要点を絞った形でも機能した。今後の一般的な活用に向けて人材育成プログラムを補強したい。

また、本試行評価により得た貴重な改善点を、人材育成プログラムに反映し、適用して行きたい。

参考文献（第8章）

- [1] 石井成美, 福澤和久, 青島弘幸: 「生産管理業務プロセスにおけるIoT付加価値創造の具現化」, 「生産管理」, Vol.25, 2018年4月号, pp.83-88 (2018).
- [2] 石井成美, 福澤和久, 繁友良太: 「IoT経営を実践できる人材育成プログラムの考察」, 日本生産管理学会論文誌 Vol.26, No.2, pp.47-52 (2019).

- [3] 繁友良太, 福澤和久, 石井成美: 「IT システム導入に関する必要人材及び工数確保ガイドラインの考察」, 日本生産管理学会第 49 回全国大会予稿集, pp.118-119 (2019).
- [4] 繁友良太, 福澤和久, 石井成美: 「経営戦略と開発プロセスを結ぶ超上流プロセス有効化への一考察」, 日本経営システム学会誌 Vol.36, No.2, pp.167-172 (2019).
- [5] 繁友良太, 福澤和久, 石井成美: 「経営戦略実現のための IT 経営プロセスモデルの有効化」, 日本生産管理学会論文誌, Vol 27, No. 1, pp.107-112 (2020).
- [6] 西村崇, 斉藤壮司, 田中淳: 「半数が失敗」, 日経コンピュータ 2018.3.1, pp.26-47 (2018).
- [7] 延岡健太郎: 『MOT 入門』, 日本経済新聞社(2006).
- [8] 福澤和久, 石井成美: 「経営戦略にもとづく IoT と PLM の有機的結合の具現化」, 生産管理学会, 通巻 51 号, pp7-14 (2018).
- [9] 福澤和久, 石井成美: 「付加価値創造プロセスを実行できる IoT 人材スキル標準定義」, 標準化研究学会論文誌第 17 巻 1 号, pp27-50 (2019).
- [10] 「当社グループにおける不適切行為に関する報告書」, 株式会社神戸製鋼所 2018 年 3 月 6 日 (2018).
- [11] 「再発防止策の進捗状況に関する外部品質監督委員会の最終意見の受領に関するお知らせ」, 株式会社神戸製鋼所 2019 年 3 月 29 日 (2019).
- [12] 『経営者が参画する要求品質の確保 第二版』, 独立行政法人情報処理推進機構(IPA) (2006).
- [13] 『IT 人材白書 2018』, 独立行政法人情報処理推進機構(IPA) (2018).
- [14] 「成功率は 31.1%」, 日経コンピュータ 2008.12.1, pp.38-53 (2008).
- [15] 「当社子会社における不適合品に関する特別調査委員会中間報告 (2) について」, 三菱マテリアル株式会社 2018 年 2 月 20 日 (2018).
- [16] 「当社グループのガバナンス体制強化策の実施状況及び品質問題等への対応状況について」, 三菱マテリアル株式会社 2019 年 5 月 13 日 (2019).

謝辞

本研究に関する教育の試行並びにアンケートに御協力頂いた特定非営利活動法人日本システム監査人協会及び一般社団法人日本 IT ストラテジスト協会のメンバーに感謝の意を伝える。

第9章 結論

9.1 背景・目的

昨今 IoT, ICT 活用の重要性が増しており、情報システム企画の重要性は更に増している。しかし、情報システムの導入は未だに 50%程度が失敗とのデータがあり、円滑な導入が進まないケースが多く社会的な課題であると考え。筆者らは、その原因を三つに大別し、解決策として「超上流プロセス要件定義の品質確保ガイドライン」「超上流プロセスに必要な工数ガイドライン」「運用のガイドラインおよびチェックリスト」を提案した。また、この解決策の実行には経営戦略段階から作業レベルまでの、付加価値創造の連鎖を理解した人材育成が必要と考える。付加価値創造の連鎖に焦点をあてた人材育成プログラムに筆者独自の改良を加えたうえで、付加価値創造マップを用いた人材育成に関する教育を試行し、その有効性を検証した。

9.2 IT システム導入における問題点と解決策

IT システム導入における問題点の大別と解決策を 2 章及び 3 章にて示した。

9.3 超上流プロセス要件定義の品質確保ガイドライン

要件が適切に設定されない問題の解決策として、「超上流プロセス要件定義の品質確保ガイドライン」を策定し、その詳細を 4 章にて示した。

9.4 超上流プロセスに必要な工数ガイドライン

必要な人材と工数が確保されない問題の解決策として、「超上流プロセスに必要な工数ガイドライン」を策定し、その詳細を 5 章にて示した。

9.5 運用のガイドラインおよびチェックリスト

運用が適切にされない問題の解決策として、「運用のガイドラインおよびチェックリスト」を策定し、その詳細を 6 章にて示した。

9.6 人材育成プログラムの改良及び検証

これらの解決策の実行には、経営戦略段階から作業レベルまでの、付加価値創造の連鎖を理解した人材育成が必要と考える。そこで付加価値創造の連鎖に焦点をあてた人材育成プログラムに筆者独自の改良を加えたうえで、付加価値創造マップを用いた人材育成に関する教育を試行し、その有効性を検証した。その詳細を 7 章及び 8 章にて示した。

9.7 おわりに

本研究を総括し、「IT システム導入を成功に導く超上流プロセス遂行のガイドライン」として、上記 3 つのガイドライン及び人材育成プログラムを示す事が出来た。

「IT システム導入を成功に導く超上流プロセス遂行のガイドライン」の構成を図 9-1 に示す。

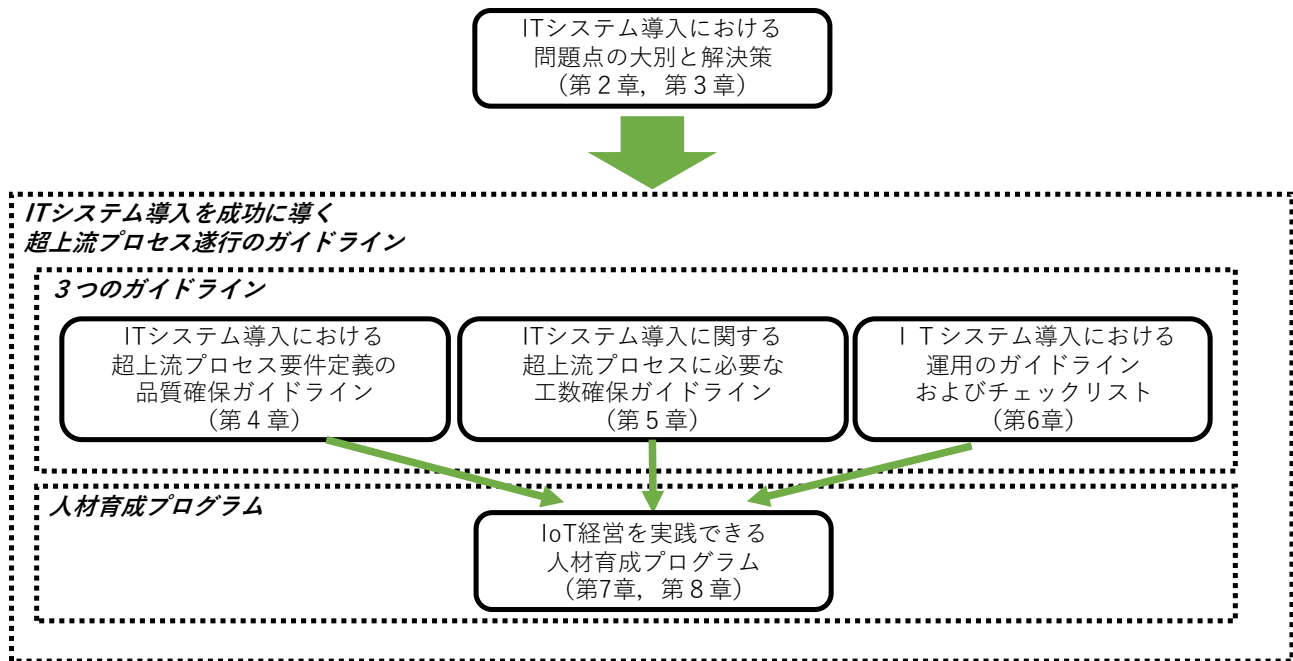


図9-1 ITシステム導入を成功に導く超上流プロセス遂行のガイドラインの構成

本研究にて示す事が出来た「ITシステム導入を成功に導く超上流プロセス遂行のガイドライン」により、情報システムの導入成功率が低く、円滑な導入が進まないケースが多いと言う社会的な課題の解決に貢献できる。

本論文の研究成果が、ものづくり経営を行う企業・組織の問題解決及び付加価値創造への一助となることを願い、本研究の結言とする。

謝辞

本研究を進めるにあたり、指導教官である愛知工業大学経営学部長の石井成美教授に、まず最大限の感謝を申し上げる。思い起こせば石井教授との出会いは、10年近く前に遡る。2011年に大垣で開催された「ITストラテジスト勉強会」に私が参加した時、石井教授に論文試験対策講座を講義頂いた事に始まる。この時に拝聴した、「高度情報処理技術者試験の論文対策手法」を大いに参考にさせて頂き、2013年に難関と言われている情報処理技術者試験の「ITストラテジスト試験」及び「プロジェクトマネージャ試験」に合格する事ができた。その後、日本ITストラテジスト協会中部支部の活動を通じて様々な事を学ぶ事ができ、沢山の刺激を頂いた。私は、2002年に博士前期課程を修了して修士号を取得した後、いずれは博士号を取得したいと常々思い描いており、その思いは日々強くなっていた。その旨を日本ITストラテジスト協会中部支部懇親会の宴席で話させて頂いたところ、石井教授より「博士号取得時は是非お手伝いさせて下さい」と、半ば社交辞令であったかもしれないが、渡りに船のありがたいお言葉を頂けた。良き縁に出会えたと感じた私は、この時より博士号取得への具体的な準備を始めるに至った。2017年の博士後期課程入学試験の出願に始まり、論文設計、学会発表、学会誌論文投稿、博士論文作成と多岐にわたり、石井教授には辛抱強く御指導頂け、本論文完成に辿り着く事ができた。

本論文を形にするにあたり、愛知工業大学経営学部講師の福澤和久先生の御指導と御助力が無ければ、3年間の期間では完成できなかったであろう。福澤先生には、石井教授と共にゼミにて御指導頂き、全論文に共著頂いた。福澤先生には、公私ともに環境が大きく変わったこの3年間、お忙しいところを多々御指導頂き、数々の参考文献の提供や、英文を含む論文推敲に御尽力賜り、大変な助けとなった事を感謝申し上げます。

環境の変化と言えば、新型コロナウイルス感染症により学会発表の中止然り、大学の対面授業が制限されるなど、最後の1年間は全く予想だにできなかった環境変化に見舞われた。コロナ対応もあり、大学教職員の各先生方の御多忙さが如何ばかりかは、想像に難くない。このような御多忙な状況下、石井教授、福澤先生をはじめ、博士論文を審査頂いた後藤時政教授、山田裕昭教授にも感謝申し上げます。また、経営情報科学研究科長 近藤高司教授をはじめ、愛知工業大学経営学部の諸先生方には学会等様々な機会でご貴重なお話を伺う事ができ、大変勉強になり有難い限りであった。なかでも近藤教授にお勧め頂いた「国際経営論」の授業では、大手企業で活躍された先生方の「生の声」をお聞きする事が出来、とても貴重な経験を得る事ができた。留学生や修士の学生方と話す機会も得られ、とても良い勉強になった。

本研究を進めるにあたり、一般社団法人日本ITストラテジスト協会中部支部のメンバー各位には大変お世話になった。なかでも特定非営利活動法人日本システム監査人協会の皆様との合同合宿研修では、両協会の皆様より大変有益な御意見を頂戴する事ができた。合宿研修の成果をまとめた論文が、無事に査読論文が合格した時は、言葉に言い表せぬ喜びを感じた。両協会の皆様にも、感謝申し上げます。

特に、日本ITストラテジスト協会の会員であり、企業システム戦略研究会代表である 青島 弘幸博士には、研究の要所で適切な要点をついた御助言を頂き、研究を進めるにあたって非常に大きな助けとなった。青島博士の、ITストラテジスト勉強会での講義は、石井教授の講義と共に私の当該試験合格へ大きな影響を受けた。青島博士の豊富な知見を基にした御助言に感謝申し上げます。石井教授、福澤先生と並び、青島博士の存在が無ければ、私が博士号取得に挑戦し、査読論文に合格し、ここまで論文を書き上げる事は不可能であったと感じている。

論文査読では、お忙しい中で的確な査読の御指摘により有益な情報を多々賜り、御指導下さった査読者の先生方にも感謝申し上げます。また、査読の御指摘対応に際して適切に御指導頂きました石井教授と福澤先生に改めて心より感謝申し上げます。

一番感謝しているのは、子供達4人が小さいなか、「博士号を取得したい」と言う私の我儘に対して支えてくれた妻及び家族である。この感謝の気持ちを忘れず、また博士号の名に恥じぬよう、これからも精進して行きたい。

令和3年1月 吉日
繁友良太

付 録

本論文と関係する発表または投稿論文リスト

(2021年1月24日現在)

論文のテーマ	学会誌等	著者	対応章
問題解決に際した課題発見力に関する一考察 (査読無し)	日本生産管理学会第 53 回全国大会予稿集 (2021/3 掲載予定)	<u>繁友良太</u> 石井成美 福澤和久	第 1 章
経営戦略実現のための IT 経営プロセスモデルの有効化 (査読無し)	日本生産管理学会論文誌, Vol 27, No. 1, pp.107-112 (2020/4/25)	<u>繁友良太</u> 福澤和久 石井成美	第 2 章
経営戦略と開発プロセスを結ぶ超上流プロセス有効化への一考察 (査読無し)	日本経営システム学会誌 Vol.36, No.2, pp.167-172 (2019/11/15)	<u>繁友良太</u> 福澤和久 石井成美	第 3 章
IT システム導入における超上流プロセス要件定義の品質確保ガイドライン (査読無し)	日本生産管理学会論文誌, Vol 28, No. 1 (掲載決定, 2021/4 予定)	<u>繁友良太</u> 石井成美 福澤和久	第 4 章
IT システム導入に関する超上流プロセスに必要な工数確保ガイドラインの考察 (査読有り)	日本生産管理学会論文誌, Vol 28, No.1 (論文受理, 掲載決定, 2021/4 予定)	<u>繁友良太</u> 石井成美 福澤和久	第 5 章
IT システム導入における運用のガイドラインおよびチェックリスト (査読無し)	標準化研究学会論文誌, 第 19 巻 1 号 (掲載決定, 2021/3 予定)	<u>繁友良太</u> 石井成美 福澤和久	第 6 章
IoT 経営を実践できる人材育成プログラムの考察 (査読無し)	日本生産管理学会論文誌, Vol 26, No. 2, pp.47-52 (2019/10/25)	石井成美 福澤和久 <u>繁友良太</u>	第 7 章
IT システム導入に関する人材育成プログラムの試行による検証 (査読有り)	日本生産管理学会論文誌, Vol 28, No. 1 (論文受理, 掲載決定, 2021/4 予定)	<u>繁友良太</u> 石井成美 福澤和久	第 8 章